LEHREN UND LERNEN VON BEGRIFFEN IM UNTERRICHT

Deskriptive Explorationsstudie anhand von Unterrichtsaufzeichnungen im Geometrieunterricht 6. Klassen einer Integrierten Gesamtschule

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Philosophie
der Philosophischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Helmut M. Niegemann
aus Völklingen

Saarbrücken 1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547302_0029

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht

Deskriptive Explorationsstudie anhand von Unterrichtsaufzeichnungen im Geometrieunterricht 6. Klassen einer Integrierten Gesamtschule

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie der Philosophischen Fakultät der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

HELMUT M. NIEGEMANN

aus Völklingen

Saarbrücken 1978

Tag der letzten Prüfungsleistung:

8.8.1978

Dekan:

Prof. Dr. Ludwig Kötter

Berichterstatter:

Prof. Dr. Ludwig Kötter

Prof. Dr. Hans-Joachim Kornadt

VORWORT

Die vorliegende Arbeit versucht, kognitionspsychologische Modelle und Theorien des Erwerbs von Begriffen auf Unterricht zu beziehen, wobei als Ausgangspunkt eine analysierende Beschreibung von Unterricht "wie er ist" gewählt wurde.

Dieser Ansatz - dessen Fernziel die Erklärung von Wirkungszusammenhängen schulischen Lehrens und Lernens ist - geht zurück auf eine Anregung von Professor Dr. L. KÖTTER, dem ich an dieser Stelle auch Dank sagen möchte für die stets großzügige Unterstützung, die sachliche Kritik und vielerlei Anregungen, ohne die diese Arbeit nicht entstanden wäre.

Zu danken habe ich auch den einstigen Mitgliedern der Projekt-Arbeitsgruppe "Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht (LLBU)", Frau A. SONNTAG, Herrn K. LOHRIG, M.A., dessen Magister-Arbeit (1977) die vorliegende Studie in mehreren Punkten ergänzt und Herrn K. SCHWARTZ, dem ich insbesondere den Zugang zu den notwendigen fachdidaktischen Grundkenntnissen verdanke.

Manche Anregung resultierte auch aus den vielen Fachgesprächen und Diskussionen mit meinen Kollegen, Dr. K.L. JÜNGST und insbesondere C.R. BRAUN, M.A.. Ihnen bin ich auch wegen ihres kollegialen Entgegenkommens in den letzten Monaten verpflichtet.

Die Möglichkeit, den Unterricht zu beobachten und aufzuzeichnen, verdanke ich der Aufgeschlossenheit des Leiters der Integrierten Gesamtschule Dillingen/Saar, Herrn OStD H. FEDERKEIL und der Kooperationsbereitschaft der betroffenen Lehrer, wobei insbesondere das Engagement von Herrn OStR W. HAAS mir manches erleichterte.

Ganz besonders zu danken habe ich Frau J. ANGEL, die das Maschinen-Manuskript der Arbeit geschrieben hat.

Dudweiler, Mai 1978

H.M.N.

I N H A L T

VORWORT

Inhalt

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

1. Einleitung 1

1.1 Aufgabenstellung 1

1.2 Zur Vorgehensweise: Rahmenbedingungen und inhaltliche Entscheidungen 4

1.3 Aufbau der Arbeit 9

2. Zur Psychologie des Begriffserwerbs und ihrer Anwendung auf Unterricht 12

2.1 Allgemeine Grundlagen von Klassifizierungsprozessen 12

2.1.1 Objekteigenschaften und Merkmalbildung 12
2.1.2 Klassifizierungsprozesse 14
2.1.3 Merkmalauswahl und Entstehung von Bedeutungen 17
2.1.4 Arten und Prozesse des Abstrahierens beim Begriffserwerb 18
2.1.4.1 Sensorische Abstraktion 18
2.1.4.2 Abstraktive Verdichtung 19
2.1.4.3 Abstraktive Verkürzung 20
2.1.4.4 Bereichsbildung (Generalisierung bei komplexen Klassenbildungen) 21
2.1.5 Zur Art der Verknüpfung von Merkmalen (Merkmalkombinationen) und begrifflichem Verhalten 21

2.1.6 Arten begrifflicher Klassenbildung 22
2.1.6.1 Arten von Begriffen unter dem Aspekt der logischen Form der Merkmalverknüpfung 23
2.1.6.2 Diskret-alternative vs. relational-stetige Merkmale 23
2.1.6.3 Unscharfe Begriffe 26
2.1.6.4 Weitere Aspekte begrifflicher Klassenbildungen 27
2.1.7 Einige terminologische Vereinbarungen 30
2.1.8 Zusammenfassung (2.1) 31

2.2 Ansätze zur empirischen Untersuchung menschlichen Begriffserwerbs 34

2.2.1 Paradigmen der Erforschung des menschlichen Begriffserwerbs 35
2.2.1.1 Rezeptionsparadigma 35
2.2.1.2 Selektionsparadigma 36
2.2.1.3 Zum Vergleich von Rezeptions- und Selektionsparadigma bei der Identifizierung begrifflicher Klassen 36
2.2.1.4 Instruktionsparadigma 38
2.2.2 Strategien der Informationsgewinnung 38
2.2.2.1 FOCUS-Strategien 40
2.2.2.2 Strategien der partiellen Hypothesenprüfung 41
2.2.2.3 Zur Anwendung bzw. Bevorzugung bestimmter Strategien 41
2.2.2.4 Zur unterschiedlichen Schwierigkeit von Konzeptlernaufgaben 42
2.2.2.5 Simulation menschlichen Begriffserwerbs 43
2.2.3 Informative Rückmeldung beim Begriffserwerb 45
2.2.4 Positive und Negative Beispiele 46
2.2.5 Fehler beim Begriffserwerb 49
2.2.6 Untersuchungen zur Bedeutung verbaler Faktoren beim Begriffserwerb 52
2.2.7 Zusammenfassung (2.2) 55

2.3 Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht: Zur Ableitung präskriptiver Aussagen 58

2.3.1 D.Cecil CLARK (1971): Eine Sekundäranalyse experimenteller Untersuchungen zum Begriffserwerb 58

2.3.2 Zur Bedeutung experimenteller psychologischer Befunde für das Lehren von Begriffen im Unterricht 63

2.3.3 Zusammenfassung (2.3) 69

3. Lehrstoffstruktur und kognitive Struktur: Zur Analyse spezifischer, kognitiv bedeutsamer Variablen in Unterrichtsprozessen 70

3.1 R.M. GAGNE: Lernvoraussetzungen und Lehrsequenzen 72

3.2 D.P. AUSUBEL: Eine unterrichtsbezogene Theorie des verbalen Lernens von Bedeutungen 74

3.2.1 Einleitende Organisationshilfen 75

3.2.2 Progressive Differenzierung 76

3.2.3 Integrative Verknüpfung

3.2.4 Sequentielle Organisation

3.2.5 Verfestigung

3.2.6 Zur empirischen Bewährung der Theorie AUSUBELs 78

3.3 Zur Analyse von Lehrinhalten 81

3.3.1 Lehrstoffanalyse nach SCHOTT (1975) 83

3.3.2 Das Kodiersystem nach RUMELHART et al.(1972) 84

3.3.3 Das Kodiersystem nach KINTSCH (1974) 86

3.3.4 Zur Verknüpfung von Lehrinhaltsanalyse und Modellen kognitiver Strukturen 88

3.4 Zur Repräsentation der Verarbeitung und Speicherung zusammenhängender Lehrinhalte im Gedächtnis: Modellvorstellungen und empirische Befunde 91

3.4.1 Einige allgemeine Aspekte der Gedächtnispsychologie 91
3.4.2 Zum LNR - Modell 95
3.4.2.1 Verarbeitungsprozesse und Konstrukte im LNR - Modell 98
3.4.2.2 Modifikationen des Modells 103
3.4.2.3 Zur Validität des LNR - Modells 103
3.4.3 KINTSCHs Theorie der Repräsentation von Bedeutungen im Gedächtnis 104

3.5 Zusammenfassung (Kap. 3) 110

4. Spezielle Variablen unterrichtlichen Verhaltens: Ansätze und Befunde der empirischen Unterrichtsforschung 112

4.1 Ansätze und Variablenbereiche 113

4.2 Inhaltliche Ansätze und Ergebnisse der Unterrichtsforschung 117

4.2.1 "Klassenklima" und "Lehrstil" 117
4.2.2 "Unterrichtssteuerung" und "classroom management" 117
4.2.3 "Unterricht" als "Handeln in einem sozialen System" 118
4.2.4 Beeinflussung von Wissen und Intellekt der Schüler durch spezifische Lehrmaßnahmen 119
4.2.5 Sachlogische Variablen 120
4.2.6 Linguistische Variablen 120
4.2.7 Verhaltenssequenzen im Unterricht 121
4.2.8 Unterrichts- oder Lehrmethoden und Medien 122

4.3 Zur Einschätzung der Ergebnisse der empirischen Unterrichtsforschung 124

4.4 Methodologische und forschungsstrategische Konsequenzen 127

4.5 Zusammenfassung (Kap. 4) 131

5. Deskriptive Analyse von Bedingungen des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht: Empirischer Ansatz und Operationalisierung von Variablen 133

5.1 Spezifizierung der Fragestellung 133

5.2 Einige (technische) Einzelheiten der Unterrichtsaufzeichnung und -protokollierung 134

5.3 Entwicklung eines mehrdimensionalen Analyseschemas 138

5.3.1 Annahmen über einzelne lernwirksame Bedingungen (Variablen) des Lehrens und Lernens von Begriffen 139

5.3.1.1 Beispiele und Nicht-Beispiele 139

5.3.1.2 Hervorhebung von Merkmalen 140

5.3.1.3 Fehler und informative Rückmeldung bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Begriffsidentifikation 140

5.3.1.4 Veranschaulichung und Verwendung von Medien 141

5.3.1.5 Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion 141

5.3.1.6 "Handlungen" bzw. "Operationen" 142

5.3.1.7 Merkmale der verbalen Darbietung von Lehrinhalten 143

5.3.1.7.1 Sequentierung 143

5.3.1.7.2 Umfang des Lehrinhalts 144

5.3.1.7.3 "Unterrichtstempo" 144

5.3.1.7.4 "Verknüpftheit" 146

5.3.1.7.5 "Lehrinhaltskonforme Vernetzung" 146

5.3.2 Zusammenstellung der Variablen 147
5.3.3 Allgemeine methodische Probleme der Konstruktion eines Unterrichtsanalyseschemas 150
5.3.3.1 Zur Wahl der Analyseeinheit 151
5.3.3.2 Gütekriterien von Beobachtungs- bzw. Analyseinstrumenten 153
5.3.4 Operationalisierung der "fundamentalen" Variablen 155
5.3.4.1 Lehrer-Schüler-Interaktion 155
5.3.4.2 Zeit 156
5.3.4.3 Verwendung von "Medien" und Materialien 157
5.3.4.4 Lehrinhaltseinheiten 157
5.3.4.5 Art und Anzahl der Beispiele 162
5.3.4.6 "Handlungen" und "Operationen" 163
5.3.4.7 Informative Rückmeldung 163
5.3.4.8 Art und Ausmaß der Fehler im Unterricht 165
5.3.5 Zur Vorgehensweise bei der Kodierung 166
5.3.5.1 Bestimmung von Analyseeinheiten 166
5.3.5.2 Analyseschema und Technik der Kodierung von Unterrichtsprotokollen 167
5.3.6 Operationalisierung der "abgeleiteten" Variablen 168
5.3.6.1 Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion 168
5.3.6.2 Hervorhebung von Merkmalen 171
5.3.6.3 Umfang des Lehrinhalts 172
5.3.6.4 "Unterrichtstempo" 173
5.3.6.5 Sequenz der Lehrinhalte 175
5.3.6.6 "Verknüpftheit" 182
5.3.6.7 "Lehrinhaltskonforme Vernetzung" 184

5.4 Durchführung der Kodierungen und Überprüfung der Gütekriterien 187

5.4.1 Kodierung 187
5.4.2 Gütekriterien 187

5.5 Datenverarbeitung und -aufbereitung 188

5.6 Zusammenfassung (Kap. 5) 190

6. Auswertung der Unterrichtsanalysen 192

6.1 Resultate der einzelnen Variablen 193

6.1.1 Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion 194
6.1.2 Verwendung von Medien und Materialien 197
6.1.3 "Handlungen" und "Operationen" 199
6.1.4 Anzahl, Art und Zusammenstellung der Beispiele und Nicht-Beispiele 202
6.1.4.1 Vorbemerkung: "Beispiele" und "Nicht-Beispiele" 202
6.1.4.2 Anzahl und Art der dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele 203
6.1.5 Art und Häufigkeit der im Unterricht vorgekommenen Fehler 207
6.1.6 Informative Rückmeldung 209
6.1.7 Darbietung des Lehrinhalts 212
6.1.7.1 Hervorhebung von Merkmalen 212
6.1.7.2 Umfang des Lehrinhalts 220
6.1.7.3 Unterrichtstempo 221
6.1.7.4 Sequentierung, Verknüpfung und lehrinhaltskonforme Vernetzung 226
6.1.8 Diskussion der Maße und Darstellungsweisen der "Darbietung des Lehrinhalts" 249
6.1.8.1 Umfang des Lehrinhalts 249
6.1.8.2 Sequenzdarstellung 250
6.1.8.3 Unterrichtstempo 251
6.1.8.4 Verknüpftheit 252
6.1.8.5 Lehrinhaltskonforme Vernetzung 253
6.1.9 Ergebnisse lehrzielorientierter Tests von Schülern, deren Unterricht analysiert wurde 254

6.2 Bedingungen des Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen 257

6.2.1 Vorgaben für ein (fiktives) Modell von Lehr-Lern-Situationen 257

6.2.2 Einige Annahmen und Hypothesen zum Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht 266
6.2.2.1 Zum Lernen von Begriffen, die keine sensorisch wahrnehmbaren Merkmale besitzen 266
6.2.2.2 Zum Lernen abstrakter Begriffe durch Definitionen 269
6.2.2.3 Zur Verarbeitung ungenauer, unklarer und fehlerhafter Aussagen 270

6.3 Ausblick 273

6.4 Zusammenfassung (Kap. 6) 278

7. Zusammenfassung 279

8. Literatur 283

9. Anhang

Liste der verwendeten Abkürzungen

Vp, Vpn	Versuchsperson, Versuchspersonen
VL	Versuchsleiter
UP	Unterrichtsprotokoll
L	Lehrer (nur innerhalb der Unterrichtsprotokolle)
S	Schüler (nur innerhalb der Unterrichtsprotokolle)
SS	mehrere Schüler (nur innerhalb der Unterrichtsprotokolle)

1. EINLEITUNG

1.1 Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist ein Beitrag zu einer Theorie des Lehrens und Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht, d.h. zur Entwicklung eines Satzes empirisch prüfbarer Aussagen über die funktionellen Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Erscheinungsformen und Bedingungen des Lehrens einerseits sowie allgemeinen und differentiellen Lerneffekten andererseits.

Dabei wird bewußt in Kauf genommen, daß nur e i n e Funktion von Unterricht berücksichtigt wird, die des Lehrens (vgl. DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1972, S. 217).

Lehren wird dabei im Sinne von KLAUER (1973a) als "Lernen machen"[1] verstanden, wobei - eine weitere Einschränkung - h i e r vor allem das Lehren kognitiver "Gegenstände" (Lehrinhalte), und zwar das Lehren von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen (Aussagen, Texte), interessiert.

Die allgemeine Bedeutung von Begriffen ergibt sich aus ihrer Funktion für das Verhalten:

Obwohl in unzähligen Situationen unzählige verschiedene Reize und Reizkonstellationen wahrgenommen werden können, ermöglicht der Apparat der sensorischen Informationsverarbeitung bei allen höher organisierten Lebewesen durch das "Herausfiltern" von Gleichartigkeiten eine Reduktion der Komplexität durch Bildung gedächtnismäßig fixierter Reizklassen. Dies ermöglicht es, einzelne Objekte entsprechend ihrer Klassenzugehörigkeit (wieder) zu erkennen und gegebenenfalls auf sie gleichartig und - bezogen auf bisherige Erfahrungen - "voraussichtlich" angemessen zu reagieren (vgl. KLIX 1971, S. 544f).

Die Bildung von Klassenbegriffen enthebt damit von der Notwendigkeit, in jeder Situation sich völlig neu orientieren und neu lernen zu müssen; sie ist damit eine wesentliche Bedingung der Möglichkeit stabilen und zielgerichteten Handelns (vgl. DE CECCO 1968, S. 397f; BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 163).

---

1) "Mit Lehren werden alle die Tätigkeiten zusammenfassend bezeichnet, von denen begründet zu vermuten ist, daß sie Lernvorgänge beeinflussen." (KLAUER 1973a, S. 27)

Begriffsbildungen sind jedoch im Rahmen kulturspezifisch vorgegebener "Ordnungsstrukturen" (vgl. KAMINSKI 1964, S. 373f) für einzelne Realitätsbereiche bereits weitgehend festgelegt und werden innerhalb des Sozialisations- bzw. Enkulturationsprozesses von den Individuen übernommen.

Die Funktion der Vermittlung solcher Ordnungsstrukturen kommt zum großen Teil der Institution Schule zu, wobei bestimmte Realitätsbereiche jeweils bestimmten Unterrichtsfächern oder Fachdisziplinen zugeordnet sind.

Bei der Obernahme solcher fachspezifischer Ordnungsstrukturen durch den einzelnen Schüler oder Studenten handelt es sich psychologisch gesehen um den Prozeß des Aufbaus kognitiver Strukturen, d.h. um die sukzessive Erweiterung, Differenzierung und Veränderung eines "Netzwerks" von Begriffen, die über-, unter- oder nebengeordnet in Beziehung zueinander stehen.

Für den Erziehungswissenschaftler stellt sich damit die Frage, welche Prozesse sich bei der Vermittlung bzw. Aneignung derartiger begrifflicher Strukturen durch Unterricht abspielen und wie sie, - möglicherweise fachspezifisch verschieden - , initiiert und gefördert werden können (vgl. KORNADT 1975, S. 1o1, 1o4).

Um dieser Frage nachgehen zu können, ist es nötig, sich zunächst mit den Bedingungen vertraut zu machen, unter denen Begriffe im Unterricht gelehrt und gelernt werden, d.h. es gilt, Variablen zu identifizieren, die möglicherweise die Effektivität des Lehrens und Lernens beeinflussen: Ob bzw. in welchem Ausmaß ein derartiger Einfluß tatsächlich besteht, kann erst anschließend aufgrund einer empirischen Oberprüfung entschieden werden.

Da die Komplexität der involvierten Forschungsgegenstände - unterrichtliche Verhaltenssequenzen einerseits und Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung andererseits - längerfristig angelegte Forschungsaktivitäten erfordert, wird ein mehrstufiges Forschungsprogramm ins Auge gefaßt, dessen erste, "deskriptive" Phase darauf gerichtet ist,

> "Fälle" von Unterricht unter natürlichen Bedingungen aufzuzeichnen und derart beschreibend zu analysieren, daß als Ergebnis b e g r ü n d e t e A n n a h m e n über korrelative Zusammenhänge erwartet werden können,

die dann in einer zweiten Phase durch eine geeignete Feldstudie zu prüfen wären.

In einer dritten Phase könnten dann Art, Ausmaß und relative Stärke eventuell festgestellter korrelativer Zusammenhänge experimentell geprüft werden.

Die Aufgabenstellung dieser Arbeit entspricht der ersten, deskriptiven Phase.

1.2 Zur Vorgehensweise: Rahmenbedingungen und inhaltliche Entscheidungen

Die Aufgabenstellung, Bedingungen des Lernens von Begriffen im Unterricht beschreibend zu erfassen, wurde 1973 von Prof. L. KÖTTER angeregt.

Im Sommersemester 1973 wurde für fortgeschrittene Hauptfachstudierende der Erziehungswissenschaft an der Universität des Saarlandes ein Seminar "Begriffsbildung im Unterricht I" (Prof. KÖTTER) angeboten, das im Wintersemester 1973/74 mit einem zweiten Teil fortgesetzt wurde (Prof. KÖTTER/NIEGEMANN).

Im Anschluß an dieses Seminar wurde mit einigen speziell interessierten Teilnehmern unter Leitung des Autors eine Arbeitsgruppe zum Thema "Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht (LLBU)" gebildet.

Nachdem eine erste Sichtung der einschlägigen Literatur bereits im Rahmen der Seminarveranstaltung erfolgt war, hielt man es für zweckmäßig, möglichst bald Unterrichtsaufzeichnungen und -protokolle zur Verfügung zu haben, um sich - neben den eigenen Unterrichtserfahrungen aller Mitglieder der Arbeitsgruppe - auf eine intersubjektiv zugängliche Erfahrungsquelle stützen zu können.

Da Prof. KÖTTER zur gleichen Zeit mit dem Projekt der Wissenschaftlichen Begleitung des "Modellversuchs Integrierte Gesamtschule (IGS) Dillingen/Saar"[2] betraut war, ergab sich die Möglichkeit, im Zusammenhang mit ohnehin vorgesehenen Unterrichtsaufzeichnungen für dieses Projekt, weitere Unterrichtsstunden zum Zweck einer deskriptiven Analyse mittels Videorecorder aufzuzeichnen.

Aufgrund der Präferenz mehrerer Mitglieder der LLBU-Arbeitsgruppe für das Fach Mathematik wurde entschieden, die (kurze Zeit später anstehende) Unterrichtseinheit "Einführung in Grundbegriffe der Geometrie" aufzuzeichnen.

---

2) finanziert jeweils zur Hälfte von dem saarländischen Ministerium für Kultus, Bildung und Sport und dem Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft.

Nachdem die erforderlichen Genehmigungen eingeholt und vier von sechs Lehrern (Schuljahr 1973/74, Jahrgangsstufe 6 Mathematik in der IGS-Dillingen) sich prinzipiell zur Kooperation bereiterklärt hatten, wurde nach einer Prüfung der stundenplantechnischen Gegebenheiten[3] beschlossen, den Mathematikunterricht von drei Lehrern in vier (Parallel-)Klassen aufzuzeichnen, d.h. ein Lehrer unterrichtete in zwei Klassen.

Da die drei Lehrer sich hinsichtlich ihrer Ausbildung und Berufserfahrung unterschieden, konnte eine gewisse Variation in den Lehrverhaltensweisen von vornherein erwartet werden.

Für die Zeit der Unterrichtsaufzeichnungen war es erforderlich, daß die Schüler der entsprechenden Klassen jeweils in dem für ferngesteuerte Videoaufnahmen speziell eingerichteten Raum unterrichtet werden mußten.

Insgesamt wurden ca. 40 Unterrichtsstunden (Mai bis Juli 1974) aufgezeichnet; eine vollständige Aufzeichnung der Unterrichtseinheit in allen vier Klassen war aus Zeit- und Kostengründen nicht möglich.

Die Videoaufzeichnungen wurden teils vom Autor, teils von einer Hilfskraft gesteuert[4]. Die Installation des mobilen Teils und die Inbetriebnahme der Videoanlage sowie die Einweisung und Unterstützung bei der Bedienung übernahm ein Mitarbeiter des Begleitforschungsprojektes[5], der jeweils zwischenzeitlich auch andere Unterrichtsstunden im Rahmen der Evaluation des Modellversuchs IGS-Dillingen/Saar aufzeichnete.

---

3) Eine Schwierigkeit bestand darin, daß die Mathematikstunden der insgesamt 8 Parallelklassen zu einem großen Teil gleichzeitig stattfanden; die Aufzeichnungen konnten aber nur in einem speziell eingerichteten Raum stattfinden.

4) Für die Obernahme und äußerst zuverlässige Ausführung dieser Aufgabe dankt der Autor Herrn Renier SCHANNE, M.A..

5) Für diese Hilfe und die freundliche Unterstützung in vielen Einzelfragen ist der Autor Herrn Dipl.-Psych. Hans-W. SIEKMANN zu großem Dank verpflichtet.

Parallel zu den organisatorischen Vorbereitungen war auf der Grundlage des entsprechenden Abschnitts aus dem Mathematikcurriculum für die Jahrgangsstufe 6 der IGS-Dillingen innerhalb der Arbeitsgruppe ein lehrzielorientiertes Testverfahren entwickelt worden, das die relative Effektivität der Unterrichtseinheit erfassen sollte, indem es insbesondere auf die diagnostische Erfassung der Fehler von Schülern beim Begriffserwerb abstellte.

Die einzelnen Teile dieses Tests wurden teils während, teils nach der Phase der Unterrichtsaufzeichnungen durchgeführt. Einen ausführlichen Bericht über diesen Teil des "LLBU-Projektes" legte LOHRIG (1977) vor.

Nach Abschluß der Unterrichtsaufzeichnungen wurden auf der Grundlage der Videobänder schriftliche Unterrichtsprotokolle zunächst von solchen Unterrichtsstunden angefertigt, in denen die Lehrer neue geometrische Begriffe einführten, später auch von einigen Stunden, in denen hauptsächlich Übungsaufgaben behandelt wurden.

Da die letztgenannten Unterrichtsstunden wegen zeitlicher Überschneidungen nicht vollständig waren und außerdem in allen Klassen im wesentlichen die gleichen Übungsaufgaben behandelt wurden, bezieht sich die in dieser Arbeit dargestellte deskriptive Analyse lediglich auf den Unterricht, in dem die Lehrer geometrische Begriffe und Zusammenhänge neu einführten.

In einem ersten Ansatz zur Analyse der Unterrichtsdokumente wurde versucht, eine Reihe von hinsichtlich des Lehrens und Lernens von Begriffen bedeutsam erscheinenden Variablen aus Begriffslernexperimenten einerseits und unterrichtswissenschaftlichen Theorien und Untersuchungen andererseits mit dem Ziel zu operationalisieren, auf dieser Grundlage ein mehrdimensionales Kategoriensystem zu entwickeln (vgl. dazu NIEGEMANN 1975).

Bei ersten probeweisen Anwendungen des Kodiersystems zeigte sich allerdings, daß gerade die am wichtigsten erscheinenden Variablen, die Aspekte des Lehrinhalts betrafen, ohne eine genaue Analyse des jeweils k o n k r e t e n Lehrinhalts nicht ohne weiteres eindeutig operationalisiert werden konnten.

Es wurden daher verschiedene, gerade bekannt gewordene Verfahren einer systematischen Lehrstoffanalyse (KLAUER 1974; SCHOTT 1975) aufgearbeitet und auf ihre Verwertbarkeit im Rahmen eines Unterrichtsanalyseschemas geprüft.

In dieser Hinsicht geeignet erschien zunächst das Notationssystem von RUMELHART, NORMAN & LINDSAY (1972), nicht zuletzt wegen inhaltlicher Bezüge des zugrundeliegenden Modells zum (verbalen) Lernen von Begriffen.

Nach einer umfassenden Lehrinhaltsanalyse anhand dieses Verfahrens wurde nun versucht, das Unterrichtsanalyseschema so zu konstruieren, daß bei der Auswertung die Abfolge der einzelnen Begriffe und Relationen im Unterrichtsprozeß rekonstruierbar wäre (vgl. NIEGEMANN 1976).

Bei der Kodierung der Unterrichtsprotokolle anhand dieses Schemas blieb jedoch unbefriedigend, daß zusammenhängende Aussagen, die aus jeweils mehreren Begriffen und z.T. auch mehreren Relationen bestanden, nicht eindeutig rekonstruierbar waren.

Dies wurde schließlich zum Anlaß genommen, das Analysesystem n o c h e i n m a l von Grund auf zu revidieren und die Lehrinhalte nunmehr mit Hilfe eines am Notationssystem von KINTSCH (1974) orientierten Schemas zu erfassen, dessen Regeln die Darstellung geordneter Mengen von Begriffen und Relationen (im Sinne relativ textinvarianter Aussagen; "Bedeutungseinheiten") in übersichtlicherer und handhabbarer Weise als das System von RUMELHART et al. (1972) erlauben.

Anhand dieses - endgültigen - Schemas wurden insgesamt acht Unterrichtsdokumente (Einführung der Begriffe "Winkel" bzw. "Nebenwinkel") kodiert.

Eine Überprüfung der Zuverlässigkeit des Analyseinstruments konnte lediglich insofern vorgenommen werden, als eine studentische Hilfskraft - nach relativ kurzer Instruktion - ein Unterrichtsdokument kodierte und das Ergebnis mit der Kodierung des Autors verglichen wurde.

Die Übertragung der Daten auf Lochkarten (etwa 2000) wurde bei einem einschlägigen Unternehmen in Auftrag gegeben.[6)]

---

6) Firma Eurodata, Saarbrücken

Für die Aufbereitung und Auswertung waren mehrere spezielle, z.T. recht umfangreiche Computerprogramme erforderlich, die vom Autor in TR440-FORTRAN geschrieben wurden; die Datenverarbeitung erfolgte 1977 im Rechenzentrum der Universität des Saarlandes (TELEFUNKEN TR 440).

Die einzelnen Daten und Diagramme dienten dann - zusätzlich zu den Unterrichtsdokumenten selbst - als Grundlage für die Interpretation des jeweiligen Unterrichts hinsichtlich der Bedingungen vermuteter Lernprozesse.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich nach der Einleitung (Kapitel 1) in fünf weitere Kapitel:

Kapitel zwei dokumentiert zunächst die für eine Unterrichtsanalyse relevante Teile der Literaturarbeit zur Psychologie des Begriffserwerbs und stellt anschließend einen Ansatz zur Umsetzung experimenteller Ergebnisse in präskriptive Aussagen für das Lehren von Begriffen dar. Die Diskussion der Fruchtbarkeit des letztgenannten Beitrags ergibt, daß die tatsächliche Anwendbarkeit unmittelbar aus "Laborexperimenten" abgeleiteter Präskriptionen stark eingeschränkt bleibt, da die Variabilität möglicher Lehrinhalte und ihrer Darbietung nicht hinreichend berücksichtigt werden kann.

Im dritten Kapitel werden zunächst die unterrichtspsychologischen Ansätze von R.M. GAGNE einerseits und D.P. AUSUBEL andererseits kurz dargestellt und auf ihre Beiträge zur Erklärung des Begriffserwerbs im Unterricht geprüft. Während GAGNE zwar einige wichtige Bedingungen unterrichtlichen Lernens aufzeigt und analysiert, jedoch auf ein Erklärungsmodell auf Konstruktebene verzichtet, hat AUSUBEL eine Theorie des Lernens von Bedeutungen entwickelt, aus der sich präskriptive Aussagen für die Planung von Unterricht herleiten lassen. Empirische Untersuchungen verschiedener Autoren stellen die Gültigkeit dieser Präskriptionen jedoch in Zweifel. Ein Grund dafür wird in der eingeschränkten Empiriefähigkeit derjenigen Aspekte des AUSUBELschen Ansatzes gesehen, die sich auf die Lehrinhalte beziehen. Eine verbesserte Operationalisierung der entsprechenden Variablen scheint aber ohne eine systematische Analyse von Lehrstoffen nicht möglich zu sein.

So werden im weiteren mehrere Verfahren der Lehrstoffanalyse geprüft, die teilweise ursprünglich zum Zweck der Notation von Bedeutungseinheiten im Rahmen von Theorien oder (Simulations-) Modellen der menschlichen Informationsverarbeitung ("information-processing") und -Speicherung entwickelt wurden. Da diese Ansätze ebenfalls Versuche sind, das Lernen bzw. Verstehen und Behalten von Bedeutungen zu erklären, lag es nahe, nach ihrem Erklärungswert für das Lernen von Begriffen und begrifflichen Zusammen-

hängen im Unterricht zu fragen. Dabei zeigte sich, daß insbesondere die Theorie von W. KINTSCH Annahmen beinhaltet, die für das Verständnis von Lehr-/Lernprozessen bedeutsam sein könnten.

Im vierten Kapitel soll schließlich geprüft werden, ob die vorliegenden Ergebnisse aus dem Bereich der empirischen Unterrichtsforschung weitere Hinweise geben auf Variablen, die die Effektivität des Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht beeinflussen könnten. Zusammenfassende Berichte über den Stand der empirischen Unterrichtsforschung zeigen, daß gesicherte Kenntnisse über Beziehungen zwischen Variablen des Unterrichtsverhaltens bisher kaum vorliegen, obschon eine Reihe von Hypothesen weiterer Untersuchungen wert zu sein scheinen.

Darüberhinaus lassen sich aufgrund bisher aufgetretener Schwierigkeiten und Mängel einige Kriterien formulieren, die bei zukünftiger empirischer Unterrichtsforschung nach Möglichkeit zusätzlich berücksichtigt werden sollten.

Die vor allem unter dem Aspekt der "Praxisrelevanz" - insbesondere für die Lehrerausbildung - sicher unbefriedigend erscheinende Erkenntnislage der Unterrichtsforschung hat in jüngster Zeit einige Unterrichtswissenschaftler veranlaßt, einen "Paradigmenwechsel" im Sinne einer Abkehr von psychologisch orientierten, analytisch-empirischen Forschungsprogrammen zu fordern.

Da mit der vorliegenden Arbeit ein Beitrag zu einem ebensolchen Forschungsprogramm beabsichtigt ist, wird die Stichhaltigkeit dieser Argumentation diskutiert, wobei die Auffassung vertreten wird, daß die Möglichkeiten der analytisch-empirischen Unterrichtsforschung noch keineswegs ausgeschöpft sind.

In Kapitel fünf werden zunächst die Annahmen spezifiziert, welche die inhaltliche Grundlage der Unterrichtsanalyse bilden. Nach einer Darstellung methodischer Probleme wird die Operationalisierung der einzelnen Variablen und die Konstruktion des Analyseschemas erläutert.

Die Auswertung der Unterrichtsanalysen - Kapitel sechs - erfolgt stufenweise: Zunächst werden die Resultate der einzelnen "Dimensionen" (Variablen) des Schemas dargestellt und diskutiert, um daran anschließend zu versuchen, die für das Lernen der

Begriffe und begrifflichen Zusammenhänge im Unterricht wichtig erscheinenden Bedingungen aufzuzeigen und gegebenenfalls Hypothesen zu formulieren, die in der Feldstudie der zweiten Phase geprüft werden könnten.

2. Zur Psychologie des Begriffserwerbs und ihrer Anwendung auf Unterrichtsprozesse

2.1 Allgemeine Grundlagen von Klassifizierungsprozessen

2.1.1 Objekteigenschaften und Merkmalbildung

Primitive Klassifizierungsleistungen beruhen auf dem Prinzip der Ähnlichkeitsklassifizierung. Aufgrund elementarer Filtereigenschaften der Wahrnehmung werden je nach Orientierungsanlaß bestimmte Merkmale hervorgehoben, andere werden nivelliert (vgl. KLIX 1971, S. 523).

Im Gedächtnis fixierte Merkmalbildungen werden durch physikalische Reize, die gleiche oder ähnliche Merkmale erzeugen, "angeregt" und können als Auslöser für bestimmte Verhaltensprogramme wirken (KLIX 1971, S. 517 ff).

Die Merkmalbildung selbst[7] beruht auf objektiven Gegenstandseigenschaften die (z.B. durch Lichteinfall) zu Reizbildungen führen, die wiederum als phänomenale Eigenschaften wahrgenommen werden.

Handelt es sich dabei um stabile, über bestimmte Transformationsfolgen hinweg invariante, daher den Objekten zuordenbare und nicht zufällige Eigenschaften (wie etwa Licht-Schatten-Verteilungen), dann wird von M e r k m a l e n gesprochen (KLIX 1971, S. 529).

In der Regel wirken auch schon bei relativ primitiven Organismen mehrere Merkmale in ihrer spezifischen Kombination verhaltensauslösend; dabei erfolgt die Identifikation einer bestimmten Merkmalkombination meist nicht simultan, sondern in einer Folge von Entscheidungsschritten. Die Verhaltensantwort hängt ab vom Ausgang dieser Prüfschritte: Der Zahl der zu prüfenden relevanten Merkmale und dem Grad ihrer Ähnlichkeit mit den im Gedächtnis fixierten Repräsentationen (KLIX 1971, S. 523f).

---

7) Die Frage, ob es auch bei Menschen arteigenen (angeborenen) Gedächtnisbesitz gibt, erscheint im Hinblick auf die allgemeine Problemstellung hier von untergeordneter Bedeutung und bleibt daher unerörtert (vgl. KLIX 1971, S. 519 ff).

Dieses relativ einfache Schema der Klassenbildung nach Ähnlichkeit ist jedoch zu höheren Klassifizierungsleistungen, bei denen etwa nach funktionellen oder anderen "latenten" Merkmalen Klassen gebildet werden, nicht mehr tauglich.

(KLIX nennt als Beispiel die gängige biologische Taxonomie, nach der Wale und Fledermäuse einer Klasse zugeordnet werden, aber weder der der Fische noch der der Vögel.)

Derartige Klassifizierungsleistungen sind prinzipiell möglich durch die lernabhängige Erzeugung und Fixierung von Merkmalen, deren Aufnahme und Speicherung nicht mehr - wie bei primitiveren Organismen stets - abhängig ist von

> "triebintensiven und instinktspezifischen Erregungszuständen, durch die Merkmale immer nur triebspezifisch gebunden werden." (KLIX 1971, S. 524)

Als wesentliche Bedingung für solche von der Triebspezifik gelösten, aber dennoch stets auf einer allgemeinen zentralnervösen Aktivierung beruhenden Merkmalbildungen sieht KLIX das S p i e l:

> "Wir glauben, in diesen beiden Bedingungen: Lösung von der Triebspezifik sowie allgemeine zentralnervöse Aktivierung, eine wesentlich kognitive Funktion des Spiels erkennen zu können. Im Spiel werden dem unspezifisch aktivierten Organismus völlig neue Eigenschaften seiner Umgebung als Merkmalveränderungen zugänglich." (KLIX 1971, S. 526)

Der für das Spiel charakteristische häufige Wechsel der Verhaltensintention (vgl. dazu auch HECKHAUSEN 1973), die daraus resultierenden wechselnden (motorischen) Einwirkungen auf Objekte und deren informationelle Rückwirkungen ermöglichen das Erfahren "neuer" Objekteigenschaften, die aufgrund der allgemeinen, aber unspezifischen zentralnervösen Aktivierung als Merkmale gedächtnismäßig fixiert werden können (KLIX 1971, S. 527).

Die dabei erfahrbare Vielfalt an Merkmalen und Merkmalwechseln erfährt ihre (notwendige) Strukturierung dadurch, daß

a) phänomenal wahrnehmbare (in der Regel bereits bekannte) Merkmale zu Anzeichen für latente Funktionseigenschaften werden und
b) latente Merkmale und Merkmalsfolgen (Funktionswerte) mit Verhaltensintentionen ("Einstellungen") eines bestimmten Typs verknüpft werden.

Letzteres ist eine Voraussetzung dafür, daß gleiche Objekteigenschaften verschiedene Funktionswerte und verschiedene Objekteigenschaften gleiche Funktionswerte haben können (KLIX 1971, S. 527f).

Zusammenfassend lassen sich M e r k m a l e charakterisieren als objektgebundene (phänomenale) Wirkungen, die reale Gegebenheiten wiederspiegeln und die aufgrund ihrer gegenüber verhaltensabhängigen Transformationen stabilen (invarianten) Objektwirkungen vom Verarbeitungssystem ausgefiltert werden.

Gedächtnismäßig fixiert werden dabei nicht nur die Merkmale selbst, sondern auch ihre eventuelle sequentielle oder seriale Ordnung, wodurch ein zusammenhängendes Reproduzieren ermöglicht wird (KLIX 1971, S. 536).

2.1.2 Klassifizierungsprozesse

Die Klassifizierung von Umgebungszuständen aufgrund von Merkmalkombinationen hat - wie jede Aktivität - ein Auslösemotiv, das als Orientierungsanlaß bezeichnet wird (auch "Verhaltenseinstellung") und seinerseits von internen Zuständen eines informationsverarbeitenden Organismus (z.B. interne Mangelzustände; "Informationsbedürfnis" aufgrund der Änderung von Umgebungszuständen, die als "neu", "überraschend" oder "konfligierend" bewertet werden) bestimmt wird.[8)]

"Gesättigt" wird das Orientierungsbedürfnis durch aktive Informationsaufnahme und -speicherung (KLIX 1971, S. 536f; 546f).

Grundlage für Begriffsbildungen sind Klassifizierungen von Umgebungszuständen nach dem Orientierungsanlaß, aus dem eine Bewertung bestimmter situativ erfahrbarer Merkmale (i.S. von Hervorhebung einiger und Nivellierung anderer) resultiert.

Diese Merkmalmenge ("Merkmalangebot") - sie sei mit M_0 bezeichnet, die einzelnen Merkmale mit s_1, s_2 ... s_i - wird durch eine

8) Zu den motivationalen Grundlagen vgl. KLIX 1971, S. 475 ff (Kap. 7); offensichtlich bestehen gewisse Parallelen zum motivationstheoretischen Ansatz von KAGAN (1973).

Folge von Aktivitäten (von einfachen Augenbewegungen bis zu physikalischen Einwirkungen auf merkmaltragende Objekte) verändert, d.h. es wird eine Folge von Merkmaltransformationen derart erzeugt (vgl. dazu im einzelnen: KLIX 1971, S. 529 ff; 536 ff; 546 ff), daß jedem Verhaltensschritt eine transformierte Merkmalmenge M_1, M_2, M_3 ... entspricht (s. Abb. 1;).

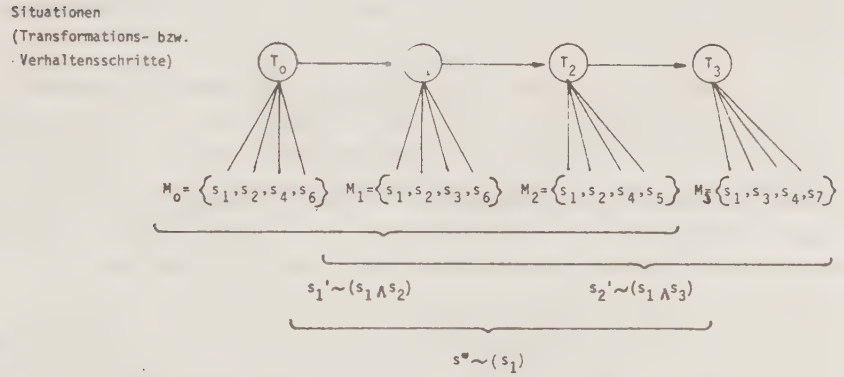


Abb. 1 (nach KLIX 1971, S. 540): T_0 bis T_3 stellen unterschiedliche Transformations- bzw. Verhaltensschritte dar durch die aus einem Merkmalangebot $s_1, s_2, \ldots s_i$ jeweils Teilmengen von Merkmalen hervortreten. Bestimmte Merkmale bleiben über Folgen von Transformationen hinweg invariant und sind damit für eine Klassifizierung des entsprechenden merkmaltragenden Objekts oder Zustands potentiell klassifizierungsrelevant (Nähere Erläuterungen im Text).

Wie in Abbildung 1 dargestellt, ändern sich einige Merkmale über alle oder wenigstens einige Transformationsschritte (Situationen) nicht, sie bleiben erhalten (transformationsinvariante Merkmale).

Solche invarianten Merkmale sind aber am besten geeignet, Objekte und Umgebungszustände so zu klassifizieren, daß sie in verschiedenen Situationen bei unterschiedlichen Merkmalsangeboten identifiziert werden können.

In Abbildung 1 wäre etwa das Merkmal s_1 für alle dargestellten Bedingungen potentiell klassifizierungsrelevant; andere Merkmale bleiben über einen Teil der möglichen Transformationen hinweg invariant und gestatten damit die Bildung verschiedener Teilklassen.

Beispielsweise bleiben in Abbildung 1 die Merkmale s_1 und s_2 (zusammengefaßt als s_1' bezeichnet: $s_1' \sim (s_1 \wedge s_2)$) über die Situationen T_0, T_1 und T_2 stabil und damit potentiell klassifizierungsrelevant, während über die Situationen T_1, T_2 und T_3 die Merkmale s_1 und s_3 invariant sind (es sei $s_2' \sim (s_1 \wedge s_3)$). Selbstverständlich wären auch andere Teilklassenbildungen denkbar.

Formal entspricht diese Ausfilterung invarianter Merkmale einer Durchschnittsbildung über den Merkmalsmengen verschiedener (z.B. durch Einwirkung auf Objekte erzeugter) Situationen.

Bei einer Differenzierung der Merkmale, etwa durch Verfeinerung der Wahrnehmung, lassen sich weitere, immer engere und differenziertere Teilklassen bilden (KLIX 1971, S. 540 ff).

Eine weitere Art der Klassenbildung resultiert aus der Möglichkeit, Teilklassen konjunktiv oder disjunktiv zu verknüpfen. Dabei scheinen disjunktive Klassenbildungen primär dann gewählt zu werden, wenn sich unterschiedliche Teilmengen von Objekten unter irgendeinem verhaltensrelevanten Aspekt gleichartig verhalten, ohne gemeinsame Merkmale zu besitzen. Die klassifizierungsrelevanten Merkmale der entsprechenden Teilmengen können dann unter dem gewählten Aspekt als äquivalent gelten; formal handelt es sich um die Vereinigung von Teilmengen klassifizierungsrelevanter Merkmale (vgl. KLIX 1971, S. 547).

Durch die Bildung, Differenzierung und Verknüpfung von Teilklassen entstehen im Gedächtnis Merkmalsstrukturen, deren Erzeugung und Fixierung durch bestimmte Verhaltenseinstellungen initiiert wurde und die mit bestimmten Verhaltensprogrammen verknüpft sind. Wird eine Merkmalsstruktur - meist in einem sequentiellen Erkennungsprozeß - in der Umgebung identifiziert, so kann das entsprechende Verhaltensprogramm aktiviert werden. Bewährt es sich (Kriterium sind in der Regel Rückantworten aus der Umgebung) so kann die fixierte Merkmalstruktur beibehalten werden. Stimmen die Rückantworten aus der Umgebung nicht mit der gespeicherten Verbindung Merkmalkombination-Verhaltensprogramm überein, so ist

ein Orientierungsanlaß gegeben, aus dem weitere Teilklassenbildungen, -differenzierungen oder -verknüpfungen resultieren können.

Die hier angesprochene Verknüpfung von Merkmalkombinationen und Verhaltenseinstellungen bzw. Verhaltensprogrammen bildet die Grundlage für das, was als die Bedeutung von Objektklassen bezeichnet wird. Und nur wenn dieser Aspekt einbezogen wird, kann von realem "Begriffserwerb" gesprochen werden (vgl. KLIX 1971, S. 547; 583).

2.1.3 Merkmalsauswahl und Entstehung von Bedeutungen

Eigenständige Begriffsbildungen können als ein Produkt motivierten, d.h. auf die Befriedigung von Bedürfnissen (im weitesten Sinn) gerichteten Verhaltens gesehen werden[9]:

Die charakteristischen Merkmale zur Befriedigung eines Bedürfnisses mehr oder weniger beitragender Objekte oder Umgebungszustände bilden zusammen mit der entsprechenden Bewertung hinsichtliche der Bedürfnisbefriedigung einerseits sowie den erfolgreichen Verhaltensprogrammen zum Suchen oder Erzeugen der entsprechenden Objekte oder Zustände andererseits Gedächtniseinheiten, die als "elementare Bedeutungsträger des Gedächtnisses" betrachtet werden können (vgl. KLIX 1976b, S. 22 f).

Als "charakteristisch" gelten dabei jeweils diejenigen Merkmale, die geeignet sind, eine Klasse von Objekten oder Umgebungszuständen von anderen Objekt- oder Zustandsklassen so abzugrenzen, daß Verwechslungen, welche die Befriedigung des zugrundeliegenden Bedürfnisses beeinträchtigen würden, möglichst unwahrscheinlich sind. Die motivationale Bewertung (verhaltensbestimmende Funktion) ist aber auch die Grundlage für Klassenbildungen, deren - hinsichtlich der Bedürfnisbefriedigung äquivalenten - Elemente (Objekte, Zustände) wahrnehmungsmäßig völlig verschiedene Merkmale aufweisen. Entsprechend sind umgekehrt auch identische

---

9) "Unter Motivation verstehen wir einen inneren Zustand, der mit einem Bedürfnis verbunden ist und der sich in einer dynamischen Gerichtetheit des Verhaltens äußert, das auf die Befriedigung des Bedürfnisses hin orientiert ist." (KLIX 1976b, S. 22)

Merkmalkombinationen mit verschiedener Bedeutung (für unterschiedliche Bedürfnisse) möglich (vgl. KLIX 1976, S. 23).

Bedeutungseinheiten werden in der Regel mit Repräsentationen lautlicher Gebilde (Wörter) verknüpft, die als Zeichen den jeweiligen Begriffsinhalt substituieren; insofern kann von der Bedeutung von Wörtern gesprochen werden (vgl. KLIX 1976, S. 34 f).

Da die ursprüngliche Bedeutungsbildung stets mit einer verhaltensbestimmenden Bewertung verbunden ist ("konnotative" Bedeutung), kann die rein d e n o t a t i v e - lediglich die isolierte Merkmalstruktur bezeichnende-Funktion eines Wortes als eine abgeleitete, gewissermaßen "künstliche" Funktion betrachtet werden, deren Bedeutung in der Möglichkeit differenzierter und spezialisierter sozialer Kommunikation gesehen werden kann (vgl. KLIX 1976, S. 36 f).

2.1.4 Arten und Prozesse des Abstrahierens beim Begriffserwerb

2.1.4.1 Sensorische Abstraktion

Bei der Merkmalbildung ist stets ein selektives Hervorheben bestimmter, situativ hochbewerteter Merkmale und die gleichzeitige Nivellierung anderer ("irrelevanter") Merkmale aus dem gesamten Merkmalsangebot zu beobachten; die Wirkung dieses Prozesses wird als "sensorische Abstraktion" bezeichnet (KLIX 1971, S. 594).

Die Bewertung von Merkmalen kann dabei in der Regel auf Vorerfahrungen, z.B. vorangegangene positiv oder negativ bekräftigende Rückmeldungen zurückgeführt werden. Der hieraus ersichtliche Zusammenhang zwischen Merkmalselektion und Konditionierungsprozessen ist auch unter dem Aspekt von Generalisierungsleistungen von Bedeutung.

In allen Erkennungsprozessen lassen sich Bereichsbildungen feststellen, in deren Grenzen auch mehr oder minder deformierte Merkmalausprägungen äquivalent beantwortet werden. Diese Bereichsbildungen sind als Generalisierungseffekte (Generalisierungsgradienten) interpretierbar und können als einfachste Art von Transfer betrachtet werden (KLIX 1971, S. 595 f).

Prozesse der sensorischen Abstraktion bei der Begriffsbildung sind somit als einfache Vernachlässigung irrelevanter und Fixierung relevanter Merkmale nicht hinreichend beschrieben; sie betreffen darüber hinaus die Generalisierung bzw. Bereichsbildung über den zulässigen Schwankungen der relevanten Merkmale.

2.1.4.2 Abstraktive Verdichtung

Das Prinzip der abstraktiven Verdichtung soll an einem einfachen Beispiel verdeutlicht werden (s. Abb. 2):

Abb. 2 (vgl. KLIX 1971, S. 599)
"+": Positiv-Beispiele; "-": Negativ-Beispiele
(Nähere Erläuterungen im Text)

Es seien die ersten vier (von links) der sechs Figuren in Abb.2 positive Beispiele (+) eines Begriffs, die beiden restlichen (-) negative Beispiele. Die positiven Beispiele sind als solche identifizierbar, wenn die konjunktive Merkmalverbindung "drei Punkte" und "paarweise gleicher Abstand" im Gedächtnisbesitz einer Vp existiert und aktualisiert werden kann.

Dieselbe Leistung kann jedoch auch durch die Aktualisierung eines Merkmals "gleichseitiges Dreieck" erbracht werden.

In diesem Merkmal sind offensichtlich verschiedene Eigenschaften durch ihre Anordnung ausgedrückt und so zusammengefaßt, verdichtet (vgl. KLIX 1971, S. 599; KLIX 1976a S. 78 f). Umgekehrt bedeutet das, daß ein solches Merkmal eine Substruktur aufweist, die selbst einer Begriffsstruktur entspricht. Diese Substruktur wird jedoch anscheinend beim Erkennungsvorgang nicht notwendig aktualisiert, d.h. sie wird nicht in jedem Falle aufgelöst.

Dies zeigt sich z.B. in der Regel bei wissenschaftlichen Begriffsbildungen, deren relevante Merkmale ihrerseits - ggf. über mehrere Ebenen - komplexe begriffliche (Merkmal)Strukturen aufweisen. Anscheinend sind aber Erkennungsprozesse auf der Grundlage solcher abstraktiv verdichteter Merkmale ohne deren Auflösung möglich.

Dabei stellt sich die Frage, wie derartige Merkmale, die selbs keine unmittelbar sensorische Entsprechung haben,gedächtnismäßig stabil fixierbar sind.

Eine Erklärungsmöglichkeit hierfür ist die Annahme, daß diese komplexen Merkmale (wenn sie häufiger auftreten) eine Art Markierung erhalten (Wortmarken, Zeichen oder sonstige perzeptiv einfach aufnehmbare Einheiten), durch die die abstraktive Verdichtung einerseits fixierbar und andererseits abrufbar wird. Die Stabilisierung abstraktiver Verdichtungen ist damit e i n e Funktion der Sprache (vgl. KLIX 1971, S. 600).

2.1.4.3 Abstraktive Verkürzung

Gegenstand der Klassifikation und Klassenbildung können auch transformative Operationen[10] sein; "Addieren" und "Substrahieren" sind z.B. solche Klassen. Einzelne Operationen können somit den Charakter von Merkmalen in Begriffsbildungsprozessen annehmen. Analog zum Prozeß der abstraktiven Verdichtung können häufig auszuführende einfache Operationen zu einer neuen, komplexen Operation zusammengefaßt und damit verkürzt werden.

Dies ist anhand algebraischer Operationen leicht zu demonstrieren: Eine Folge von gleichartigen Additionen (z.B.: 3+3+3+3) ist verkürzt darstellbar durch eine Multiplikation (4 x 3). Dieser Prozeß läßt sich auf der nächsten Stufe wiederum anwenden (Potenzieren).

Wie bei der abstraktiven Verdichtung gilt auch hier, daß die Substruktur, also die eigentlich verkürzte Folge von Operationen,

---

10) Operationen, durch die ein Ausgangszustand Z_0 in einen Zustand Z_1 transformiert wird; z.B. arithmetische Operationen.

selbst nicht aktualisiert werden muß, wenn die verkürzte Operation zur Anwendung kommt. Ferner werden auch hier (nicht nur im gewählten Beispiel aus der Mathematik) Markierungen verwendet, um die komplexen Klassen von Operationen stabil speichern und abrufen zu können (vgl. KLIX 1971, S. 601 ff).

2.1.4.4 Bereichsbildung (Generalisierung) bei komplexen Klassenbildungen

Wie zum Prinzip der sensorischen Abstraktion ausgeführt, erfolgt bei Klassenbildungen stets nach den Gesetzmäßigkeiten des Generalisierens (genauer: der Reizgeneralisierung; vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 137 ff) eine Bereichsbildung, die die "zulässige" Schwankungsbreite der Merkmalsausprägung bestimmt. Dieser Effekt ist in analoger Weise auch bei Klassen mit verdichteter oder verkürzter Merkmalsstruktur festzustellen:

Innerhalb der einzelnen Substrukturen werden gewisse Deformationen toleriert, bei Oberschreitungen bleibt die jeweils umfassendere Kategorie übrig. Beurteilt werden die Schwankungen bzw. Abweichungen aber anscheinend nach der Abstraktion "im ganzen", d.h. auf der gewählten Abstraktionsstufe (vgl. KLIX 1971, S. 605)

2.1.5 Zur Art der Verknüpfung von Merkmalen (Merkmalkombinationen) und begrifflichem Verhalten

Die Verknüpfung zwischen den sensorischen Merkmalen (Reizen) und begrifflichem Verhalten (Reaktionen; z.B. Identifikation eines Beispiels) läßt sich prinzipiell auf zweierlei Art erklären:

Zum einen könnte angenommen werden, daß diese Verknüpfung auf direkten assoziativen Verbindungen beruht und die Stärke einer solchen assoziativen Verbindung eine Funktion der Bedingungen und Wirkungen vorangegangener Bekräftigungen ist.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit ist die, daß eine gedächtnismäßig fixierte Klassenbildung durch wenigstens eine implizite konditionierte Reaktion, die häufig, aber nicht notwendigerweise

sprachlicher Art ist, repräsentiert wird; dies würde auch Klassenbildungen erlauben, die Objekte oder Umgebungszustände umfassen, welche keine sensorisch wahrnehmbaren Merkmale gemeinsam haben (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 167 f, 170).

Zur Klärung der Frage, welche dieser Theorien zutrifft, wurden insbesondere verschiedene Umlernversuche als Entscheidungsexperimente verwendet.

Die Ergebnisse dieser Experimente (KENDLER & KENDLER 1968; KENDLER, KENDLER & SILFEN 1964; KENDLER, KENDLER & LEARNARD 1962; KENDLER 1970) lassen sich zusammengefaßt dahingehend interpretieren, daß es sich beim Unterscheidungs- und Begriffslernen sehr kleiner Kinder um ein rein assoziatives Lernen handelt[11]. Mit zunehmendem Alter (vermutlich als eine Funktion zunehmender sprachlicher Kompetenz) werden Begriffe zunehmend sprachlich vermittelt gelernt. Diese Annahme wird auch noch dadurch gestützt, daß schon aus logischen Gründen die Bildung von Begriffsarten, deren Beispiele keine gemeinsamen Merkmale haben, rein assoziationstheoretisch nicht erklärbar ist (vgl. KLIX 1971, S. 608 f; BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 168 f, 175).

2.1.6 Arten begrifflicher Klassenbildung

Begriffe oder begriffsanaloge Klassenbildungen lassen sich nach mehreren, für Probleme des Begriffserwerbs relevanten Aspekten unterscheiden.

Allgemein üblich ist die Gruppierung nach der Merkmalverknüpfung unter logischem Aspekt. Eine andere Klassifiziierung erfolgt nach Charakteristika der Merkmale von Begriffen: Es lassen sich diskrete Merkmale einerseits und stetig-relationale Merkmale andererseits unterscheiden.

Einen besonderen Typ von Begriffen stellen die sogenannten unscharfen Begriffe dar, deren Rolle in der alltäglichen Kommunikation vermutlich eher unterschätzt wird. Schließlich läßt sich eine Reihe weiterer Aspekte zur Klassifikation von Begriffen

11) Dies gilt auch für die Interpretation analoger Experimente mit Tieren.

anführen, die bei einzelnen Fragestellungen insbesondere für das Problem der externen Validität experimenteller Studien zum Begriffserwerb von Bedeutung sein können.

2.1.6.1 Arten von Begriffen unter dem Aspekt der logischen Form der Merkmalverknüpfung

Eine vollständige Auflistung der bei zwei Merkmalen formal-logisch möglichen Merkmalverknüpfungen hat BOURNE (1970) zusammengestellt.

Seine Übersichtstafel (BOURNE 1970, S. 547), auf deren Grundlage Tab. 1 zusammengestellt wurde, legt bei der verbalen und symbolischen Beschreibung der möglichen Klassenbildungen ein aus genau zwei Merkmalen bestehendes Merkmalangebot zugrunde: "rot" (r) und "quadratisch" (q).

Bei mehr als zwei klassifizierungsrelevanten Merkmalen werden darüber hinaus Kombinationen von Merkmalverknüpfungen möglich; z.B. konjunktiv/disjunktiv, konjunktiv/konditional usw..

2.1.6.2 Diskret-alternative vs. relational-stetige Merkmale

Diskret-alternative Merkmale sind dadurch gekennzeichnet, daß sie je nach Transformationszustand des merkmaltragenden Objekts mittelbar oder unmittelbar entweder perzeptiv feststellbar sind oder nicht und die angepaßte Verhaltensantwort genau davon abhängig ist. Z.B. wird ein bestimmtes dreidimensionales Objekt je nach Perspektive und Lichtverhältnissen als "würfelförmig" erkannt oder nicht und gegebenenfalls dementsprechend unterschiedlich behandelt.

Es gibt jedoch noch einen anderen Typ von Merkmalen, deren "Ausprägung" sich unter transformativen Einflüssen ändert und bei dem die angemessene Verhaltensantwort von einem bestimmten kritischen "Ausprägungsgrad" an wechselt.

Tab. 1: Logisch mögliche Merkmalverknüpfungen bei binärem Merkmalangebot

A. GRUNDFORMEN

Bezeichnung	Symbolbez.	Erläuterung ("Beispiel" hier: Positiv-Beispiel)
1. affirmativ	r	Alle roten Objekte sind Beispiele des Begriffs
2. konjunktiv	$r \wedge q$	Alle Objekte, die zugleich rot und quadratisch sind, sind Beispiele.
3. disjunktiv (inklusiv-disjunktiv)	$r \vee q$	Alle Objekte, die entweder rot oder quadratisch sind oder beide Merkmale aufweisen sind Beispiele.
4. konditional	$r \rightarrow q$ $(\bar{r} \vee q)$	Wenn ein Objekt rot ist, dann ist es nur dann ein Beispiel, wenn es gleichzeitig auch quadratisch ist. Objekte, die nicht rot sind, sind Beispiele, egal ob sie quadratisch sind oder nicht.
5. bikonditional	$r \leftrightarrow q$ $((r \wedge q) \vee (\bar{r} \wedge \bar{q}))$	Objekte, die weder rot noch quadratisch sind, sind Beispiele. Rote Objekte sind nur dann Beispiele, wenn sie auch quadratisch sind und quadratische Objekte müssen gleichzeitig rot sein um Beispiel zu sein.

B. KOMPLEMENTÄRFORMEN (jew. logisches Komplement zu den Grundformen)

1. negativ	$\bar{r}$	Alle Objekte, die nicht rot sind, sind Beispiele.
2. negativ-disjunktiv	$\bar{r} \vee \bar{q}$	Alle Objekte, die entweder nicht rot oder nicht quadratisch oder weder rot noch quadratisch sind, sind Beispiele.
3. negativ-konjunktiv	$\bar{r} \wedge \bar{q}$	Beispiele sind alle Objekte, die nicht gleichzeitig rot und quadratisch sind.
4. exklusiv	$r \wedge \bar{q}$	Alle Objekte, die rot, aber nicht quadratisch sind, sind Beispiele.
5. exklusiv-disjunktiv	$r \veebar q$ $((r \wedge \bar{q}) \vee (\bar{r} \wedge q))$	Alle Objekte, die entweder rot oder quadratisch, keinesfalls aber beides (rot und quadratisch) sind, sind Beispiele.

Erklärung der Symbole:

r : "rot"
q : "quadratisch"
$\bar{r}$: "nicht-rot"
$\bar{q}$: "nicht-quadratisch"
$\wedge$: Konjunktion "und"
$\vee$: Disjunktion "und/oder"
$\veebar$: Exklusive Disjunktion "entweder-oder"
$\rightarrow$: Implikation "wenn-dann"
$\leftrightarrow$: Äquivalenz "dann, und nur dann wenn" ("genau dann wenn")

Die Verwendung der Bezeichnungen "Ausprägung" und "Ausprägungsgrad" impliziert, daß in jedem Fall bereits eine abstrakte Klasse von Merkmalen ("Merkmaldimension", "Dimension") gebildet ist, die eine endliche oder unendliche Menge unterscheidbarer elementarer Merkmale ("Ausprägungen", "Valenzen") umfaßt; meist ist zudem auf dieser Menge eine bestimmte ordinale Relation definiert. Z.B. ist jedem festen physikalischen Gegenstand eine bestimmte Ausprägung der Merkmaldimension "Größe" zuordenbar. Falls nun Merkmalbildungen wie

a) "das größte" oder
b) "groß"

klassifizierungsrelevant sind, werden im Fall (a) - der nur von Bedeutung sein kann, wenn mindestens zwei Objekte gleichzeitig zur Klassifizierung vorliegen - die (beiden) Merkmalausprägungen s_i und $s_{i'}$ mit einer internen Bezugsgröße $s_{\bar{i}}$ verglichen und die angemessene Verhaltensantwort ist vom Ausgang dieses Vergleichs abhängig ($s_i \leq s_{\bar{i}}$ und $s_{i'} \geq s_{\bar{i}}$ oder umgekehrt). Die entsprechende interne Bezugsgröße $s_{\bar{i}}$ muß im Beispielfall (a) aufgrund des aktuellen Merkmalangebotes jeweils neu gebildet werden[12].

Im Fall (b) - es soll nach dem Merkmal "groß" klassifiziert werden - kann die Merkmalsausprägung des Objekts nur mit einer bereits gedächtnismäßig fixierten (folglich auf vorangegangenen Erfahrungen beruhenden) Bezugsgröße verglichen werden.

Dieser so gekennzeichnete Typ von Merkmalen heißt relational-stetig (vgl. KLIX 1971, S. 586ff).

Der internen Bezugsgröße kommt bei diesem Merkmaltyp prinzipiell die gleiche Funktion zu, die beim diskret-alternativen Typ die gedächtnismäßig fixierte Repräsentation erfüllt, mit der die aktuellen Merkmalbildungen bei Erkennungsprozessen verglichen werden.

---

12) Dieser Prozeß könnte funktionell Prozessen der Bezugsgrößenbildung entsprechen, die in der Wahrnehmungs- und Lernpsychologie als Ausbildung von "Adaptationsniveaus" erforscht werden (vgl. KLIX 1971, S. 588ff; 246ff; BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 144f).

Nicht-anschauliche relational-stetige Merkmale scheinen ebenfalls im wesentlichen analog zu nicht-anschaulichen diskreten Merkmalen gebildet zu werden:

PIAGETs Untersuchungen zur Entwicklung des Zeitbegriffs (PIAGET 1955) stützen die Annahme, daß nicht-anschauliche Merkmale, wie z.B. "älter als" über sensorisch unmittelbar wahrnehmbare Merkmale (z.B. "größer als") aufgebaut werden, die zu "Anzeichen" für das abstraktere Merkmal werden (vgl. KLIX 1971, S. 587ff).

2.1.6.3 Unscharfe Begriffe

Untersuchte man die Struktur von Begriffen des alltäglichen Sprachgebrauchs, der Politik und Publizistik, so zeigte sich vermutlich in sehr vielen Fällen, daß eine intersubjektiv übereinstimmend verwendete, eindeutige Klassifizierungsvorschrift (i.S. einer wohldefinierten Menge von Merkmalen und einer Verknüpfungsregel) garnicht vorzuliegen scheint (vgl. KLIX 1976c, S. 168).

Es handelte sich dann meist um sogenannte unscharfe Begriffe, die dadurch gekennzeichnet sind, daß die Zugehörigkeit einzelner Objekte oder Zustände zu einer solchen Klasse oft nur graduell zu bestimmen ist, d.h. es gibt zwischen eindeutigen Beispielen und eindeutigen Nicht-Beispielen Objekte, die mehr oder weniger gute Beispiele für den entsprechenden Begriff sind (vgl. KLIX 1971, S. 590f; KUKLA 1976, S. 214ff).

Bezeichnungen wie "die Prominenz" oder "Konservativ", "Progressiv", "Links", "Rechts" und "Mitte" (jeweils im politischen Sinne gemeint) repräsentieren solche unscharfen Begriffe.

Unscharfe Begriffe sind charakterisiert durch eine spezifische komplexe Merkmalstruktur als Resultat abstraktiver Verdichtungen, wobei diese Merkmalbildung selbst gekennzeichnet ist durch eine Vielzahl unterschiedlich gewichteter, wenigstens teilweise äquivalenter Einzelmerkmale (vgl. STROBEL 1974, S. 82f); dadurch gelingt einzelnen Individuen die erforderliche Merkmalbildung jeweils nur in unterschiedlichem Maße.

Die kognitiven Prozesse beim Erwerb unscharfer Begriffe sind noch vergleichsweise wenig erforscht; allerdings wurden in jüngster Zeit formalisierte Modelle entwickelt und daraus abgeleitete Hypothesen konnten experimentell überprüft werden, so daß in absehbarer Zeit mit empirisch validierten Erklärungsmodellen gerechnet werden kann. (Vgl. zum Forschungsstand im Einzelnen: STROBEL 1974; KUKLA 1976; STROBEL 1976; KLIX 1976c, S. 167ff).

2.1.6.4 Weitere Aspekte begrifflicher Klassenbildungen

KLAUSMEIER, GHATALA und FRAYER schlagen insgesamt acht Aspekte vor, bezüglich derer Begriffe sich unterscheiden können und die im Hinblick auf den Begriffserwerb relevant zu sein scheinen (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 5ff). Diese Aspekte überschneiden sich allerdings teilweise mit einigen oder oben bereits abgehandelten.

Es handelt sich um folgende Kriterien:

- "Learnability" ("Erlernbarkeit")
  Offensichtlich unterscheiden sich Begriffe dadurch, daß sie - ceteris paribus - unterschiedlich leicht oder schwer erworben werden können. Das empirisch zu bestimmende Ausmaß der Erlernbarkeit ist in der Regel eine Funktion anderer Merkmale des entsprechenden Begriffs, z.T. in Wechselwirkung mit Persönlichkeitsmerkmalen des Lernenden (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 6).
- "Usability" ("Anwendbarkeit")
  "Anwendbarkeit" bezieht sich darauf, daß einige Begriffe häufiger als andere Grundlage des Verständnisses und der Bildung von Regeln und von Problemlöseprozessen sind (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 6f).
- "Validity" ("Schärfe")
  Begriffe gelten als umso "schärfer", je größer die Übereinstimmung von Experten bezüglich der Definition ist (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 7f). Dieser Aspekt kann als eine pragmatische Definition "scharfer" bzw. "unscharfer" Begriffe i.S. des vorangegangenen Kapitels gewertet werden.

- "Generality" ("Allgemeinheitsgrad")
  Ein Begriff ist umso "allgemeiner", je höher er in einer hierarchischen Begriffsstruktur rangiert, d.h. je mehr Unterbegriffe er einschließt ("Allgemein" entspricht damit im wesentlichen der Bezeichnung "abstrakt" im Sinne abstraktiver Verdichtung). Je höher der Allgemeinheitsgrad eines Begriffs ist, umso weniger relevante Merkmale hat er im Vergleich zu seinen Unterbegriffen (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 8).

- "Power" ("Potenz")
  Die "Potenz" eines Begriffs entspricht seinem Stellenwert in einer bestimmten begrifflichen Struktur:
  Ein in diesem Sinne "potenter" Begriff kann z.B. in einem gegebenen Zusammenhang als "Ankerbegriff" fungieren, dessen Aktivierung den Erwerb neuer Begriffe erleichtern kann (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 8).

- "Structure" ("Struktur")
  Unterschiede in der "Struktur" eines Begriffs im Sinne der Autoren entsprechen Unterschieden der Merkmalverknüpfung in logischer Hinsicht (s. Kap. 2.1.6.1, S.23f; vgl. KLAUSMEIER et al. 1974, S. 8f).

- "Instance Perceptibility" ("Wahrnehmbarkeit von Beispielen")
  Es gibt sowohl Begriffe mit unendlich vielen, prinzipiell sensorisch wahrnehmbaren Beispielen ("Blumen", "Tiere", "Menschen" usw.) als auch solche, für die kein einziges wahrnehmbares Beispiel existiert (z.B. "Ewigkeit"). Dazwischen liegen u.a. Begriffe, für die es zwar im strengen Sinne keine sensorisch wahrnehmbaren Beispiele gibt, die aber z.B. durch Zeichnungen oder andere Abbildungen mehr oder weniger adäquat repräsentiert werden können (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 9f).
  Zu dieser speziellen Kategorie gehören z.B. alle geometrischen Begriffe, die null-, ein- oder zweidimensionale Gebilde betreffen ("Punkt", "Strecke", "Gerade", "Winkel"). Daraus können sich für das Lehren solcher Begriffe besondere Probleme ergeben; z.B. wie Kinder eines bestimmten Alters die geforderte mathematisch präzise Bedeutung eines derartig abstrakten Begriffs erwerben können, wenn durch die graphische Darstellung ständig "falsche Merkmale" mit dem entsprechenden Begriff in Verbindung gebracht werden.

- "Instance Numerousness" ("Begriffsumfang")
  Unabhängig von der sensorischen Wahrnehmbarkeit der Beispiele variiert ihre Anzahl. Außer bei einigen, relativ wenigen Begriffen, denen keine Beispiele zugeordnet werden können, variiert die Anzahl der zu einer bestimmten Klasse gehörenden Beispiele von eins ("die Sonne", "meine Mutter") bis unendlich ("ganze Zahl", "Wassertropfen" usw.).
  Es sind ferner Begriffsbildungen denkbar, die lediglich fiktive Beispiele aufweisen (z.B. "Kernfusionskraftwerk", aber auch: "Gespenst", "Vampir") (vgl. KLAUSMEIER et al. 1974, S. 11). Die Bedingungen des Erwerbs solcher Begriffe müssen als noch weitgehend unerforscht gelten.

Die Klassifizierung von Begriffsarten nach unterschiedlichen Aspekten ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die externe Validität, d.h. die Generalisierbarkeit experimenteller Ergebnisse in Frage steht.

Wenn der Begriffstyp nicht ausdrücklich Gegenstand der Problemstellung ist, werden - zur Sicherung der internen Validität - innerhalb experimenteller Studien zum Begriffserwerb meist möglichst gleichartige Objektklassen verwendet.

Will man experimentelle Befunde nun auf Prozesse des Begriffserwerbs im Unterricht übertragen, so stellt sich die Frage, ob bzw. inwieweit eine Generalisierung auch auf Begriffe möglich ist, die sich hinsichtlich eines oder mehrerer Aspekte von den experimentell verwendeten unterscheiden.

Im Hinblick auf das Problem, möglichst gesicherte Kenntnisse über den Erwerb von Begriffen unter unterrichtlichen Bedingungen bereitstellen zu wollen, ergibt sich damit aber die Frage, ob bzw. inwieweit die Ergebnisse derartiger Untersuchungen generalisierbar sind.

Die Diskussion dieser Frage setzt allerdings eine Darstellung empirischer Forschungen zum Begriffserwerb voraus (Kap. 2.2). Zuvor sollen aber noch einige terminologische Vereinbarungen vorgeschlagen werden.

2.1.7 Einige terminologische Vereinbarungen

Das Wort " B e g r i f f " stand bisher bereits mehr oder weniger implizit für

eine gedächtnismäßig fixierte i n f o r m a t i o n e l l e S t r u k t u r [13], die geeignet ist, reale oder fiktive Objekte, Zustände oder Prozesse zu K l a s s e n zusammenzufassen, deren Elemente hinsichtlich bestimmter Aspekte der V e r h a l t e n s o r i e n t i e r u n g äquivalent sind.

Der letzte Relativsatz dieses Definitionsversuchs bezieht sich dabei auf das, was mit "Bedeutung" gemeint ist.

Bedeutung meint also die Relation zwischen Klassenbildung einerseits und bestimmten Aspekten der (motivgebundenen) Verhaltensorientierung andererseits.

W ö r t e r ("Wortmarken", "Bezeichnungen", "Terme") haben eine Bedeutung insofern, als sie Begriffe repräsentieren (vgl. KLIX 1971, S. 609).

Statt " B e g r i f f " wird gelegentlich - aus stilistischen Gründen - die Bezeichnung "Konzept" synonym verwendet werden.

Jeder Prozeß der Ausbildung eines Begriffs im Sinne einer stabilen gedächtnismäßigen Fixierung wird als B e g r i f f s e r w e r b bezeichnet (Synonym: "Begriffsaneignung"; englisch: "concept attainment", "concept acquisition"), und zwar gleichgültig, welche Lernbedingungen wirksam sind.

Dagegen ist " B e g r i f f s b i l d u n g " reserviert für solche Prozesse des Begriffserwerbs, bei denen es sich um nicht instruktionsgeleitete n e u e Klassenbildungen handelt in dem Sinne, daß die spezifische Merkmalkombination in ihrer speziellen Verknüpfung dem Lernenden bisher noch nicht bekannt war.

---

13) Struktur meint ein Relativ, bestehend aus einer Menge von (hier: informationellen) Elementen (Einheiten) und einer Menge von Relationen, die auf der Menge der Elemente definiert ist (vgl. KLIX & KRAUSE 1969, S. 28ff).

Der Erwerb eines neuen Begriffs in demselben Sinn, aber unter Instruktionsbedingungen (innerhalb eines Experimentes oder im Unterricht) wird als B e g r i f f s l e r n e n bezeichnet (vgl. DOMINOWSKI 1970, S. 153).

Bei vielen Experimenten zum Begriffserwerb handelt es sich jedoch für die Vpn meist darum, entweder

a) aus einer Menge bereits bekannter Merkmale bei gegebener Verknüpfungsregel die klassifizierungsrelevanten Merkmale herauszufinden oder

b) für als klassifizierungsrelevant bekannte Merkmale eine Verknüpfungsregel zu erlernen.

Im ersten Fall wird von " B e g r i f f s i d e n t i f i k a t i o n " gesprochen ("Konzeptidentifikation"; in der Literatur gelegentlich auch "Merkmal-" oder "Attributidentifikation"), im zweiten Fall von " R e g e l l e r n e n " (vgl. aber BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 165; DOMINOWSKI 1970, S 152f).

Die in einer begrifflichen Klasse zusammengefaßten Objekte, Zustände oder Prozesse[14] werden als Beispiele oder genauer als Positiv-Beispiele bezeichnet; das Komplement dazu sind dann Nicht-Beispiele oder Negativ-Beispiele.

2.1.8 Zusammenfassung (2.1)

- Merkmale werden als phänomenale Wirkungen realer Objekteigenschaften gesehen, die aufgrund ihrer relativen Stabilität gegenüber verhaltensabhängigen Transformationen vom organismischen Informationsverarbeitungssystem "ausgefiltert" und gedächtnismäßig fixiert werden.
- In Abhängigkeit von unterschiedlichen verhaltensbestimmenden Orientierungsanlässen werden Objekte und Umgebungszustände aufgrund ausgefilterter Teilmengen des Merkmalangebotes klassifiziert; durch die Bildung bzw. die spätere Verknüpfung oder

14) Insbesondere wenn es sich um experimentelle Anordnungen handelt, wird gelegentlich von "Reizen" gesprochen.

Differenzierung derartiger Klassen entstehen im Gedächtnis Merkmalstrukturen, die mit bestimmten Verhaltensprogrammen verbunden sind und die aufgrund positiver oder negativer Rückmeldungen aus der Umgebung bewahrt oder verändert werden.

- Eigenständige Begriffsbildungen beruhen auf Merkmalstrukturen, die insofern eine Bedeutung besitzen, als sie sowohl mit motivationsabhängigen Bewertungen wie mit Verhaltensprogrammen verknüpft sind. Wörter, die derartige Begriffe bezeichnen, besitzen somit zunächst stets eine konnotative Bedeutung. Die Einschränkung von Wörtern auf eine rein denotative Bezeichnungsfunktion entspricht dagegen vermutlich eher einem Bedarf an differenzierter und thematisch spezialisierter sozialer Kommunikation.

- Es werden drei verschiedene Prozesse des Abstrahierens unterschieden:
  "Sensorische Abstraktion" meint den Prozeß der Selektion relevanter bzw. der Nivellierung irrelevanter Merkmale, einschließlich der Bereichsbildung hinsichtlich "zulässiger" Schwankungen der relevanten Merkmale.
  "Abstraktive Verdichtung" bezeichnet das Prinzip, nach dem durch Zusammenfassung ("Verdichtung") von Merkmalen Begriffe gebildet und gehandhabt werden können, deren relevante Merkmale selbst bereits komplexe begriffliche Merkmalstrukturen aufweisen.
  "Abstraktive Verkürzung" liegt dann vor, wenn eine Folge gleichartiger Operationen zu einer neuen, komplexen Operation zusammengefaßt wird.

  Sowohl bei der abstraktiven Verdichtung wie bei der Verkürzung erfordert die Anwendung der entsprechenden Begriffe anscheinend keine explizite Auflösung der zugrundeliegenden Substrukturen; auch Bereichsbildungen über den variierenden Ausprägungen komplexer Merkmale (Verdichtung oder Verkürzung) erfolgen auf der jeweiligen Abstraktionsstufe derselben.

- Die Verknüpfung von Merkmalstrukturen und begrifflichem Verhalten kann lediglich bei sehr kleinen Kindern als direkte Assoziation interpretiert werden; mit zunehmendem Alter werden Begriffe zunehmend - sprachlich - vermittelt gelernt.

- Begriffe lassen sich nach mehreren Gesichtspunkten unterscheiden (u.a. Typ der Merkmalverknüpfung, Charakteristika der Merkmale, "scharfe" vs. "unscharfe" Begriffe), die für die Bedingungen des Begriffserwerbs bzw. die Anwendung der Begriffe von Bedeutung sein können.
- Abschließend werden einige explizite terminologische Vereinbarungen getroffen, wobei u.a. "Begriffserwerb", "Begriffsbildung" und "Begriffslernen" voneinander abgegrenzt werden.

2.2 Ansätze zur empirischen Untersuchung menschlichen Begriffserwerbs

Bei der empirischen Erforschung von Gesetzmäßigkeiten des menschlichen Begriffserwerbs wurden unterschiedliche typische experimentelle Prozeduren ("Paradigmen") gewählt. Die Spezifität dieser Paradigmen ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung:

Zum einen hat sich herausgestellt, daß die jeweilige Prozedur - als unabhängige Variable betrachtet - mit anderen Faktoren, z.B. der Begriffsart, interagiert.

Zum anderen stellen diese Paradigmen jeweils bestimmte Formen der Darbietung von Beispielen und Nicht-Beispielen bzw. Definitionen und verbalen Hinweisen dar, so daß die Frage nach Entsprechungen zum unterrichtlichen Lehren und Lernen von Begriffen gestellt werden muß.

Eine andere Variable, die mit diesen Paradigmen interagiert, ist die Strategie der Informationsgewinnung, die von Vpn gewählt oder bevorzugt wird. Untersuchungen in diesem Bereich führten bis zur Entwicklung formaler Modelle im Sinne von Computerprogrammen und somit zur Möglichkeit der Simulation menschlichen Begriffserwerbs unter bestimmten Bedingungen.

Eine weitere wichtige Variable beim Begriffserwerb scheint die informative Rückmeldung zu sein; sie ist schließlich für das Individuum Kriterium der Angemessenheit des mit einer bestimmten Klassenbildung verbundenen Verhaltens und liefert damit gegebenenfalls die Anlässe zu Korrekturen der individuellen Klassenbildungen.

Ebenfalls von vornherein bedeutsam erscheinen Art und Ausmaß der Darbietung Positiver und Negativer Beispiele, also der Objekte oder Zustände, die klassifiziert werden sollen.

Neben einer Reihe weiterer Variablen, über deren Wirksamkeit mehr oder weniger gesicherte Aussagen vorliegen, verdienen verbale Faktoren (Benennung, Definition) im Hinblick auf die in Frage stehende unterrichtliche Relevanz der einzelnen Untersuchungsergebnisse besondere Beachtung.

Neuere Forschungsansätze haben sich zum Teil von den oben genannten Paradigmen gelöst und widmen sich mehr Prozessen des "realen" Begriffslernens.

2.2.1 Paradigmen der Erforschung des menschlichen Begriffserwerbs

Die meisten "klassischen" Studien zum Begriffserwerb (BRUNER et al. 1956, S. 81ff, S. 126ff) lassen sich hinsichtlich ihrer experimentellen Prozedur recht klar als Untersuchungen nach dem Rezeptionsparadigma oder Untersuchungen nach dem Selektionsparadigma klassifizieren.

Für die Anordnungen einiger anders angelegter Untersuchungen vorwiegend neueren Datums wurde in Analogie dazu die Bezeichnung "Instruktionsparadigma" vorgeschlagen.

2.2.1.1 Rezeptionsparadigma

Beim Rezeptionsparadigma werden nach der Instruktion der Vp die zu klassifizierenden Reize sukzessiv dargeboten, wobei die Reihenfolge entweder zufällig ist (das ist meist der Fall) oder vom VL bestimmt wird.

Während der Darbietung des ersten Reizes soll die Vp angeben, ob sie den dargebotenen Reiz für ein Positiv- oder ein Negativ-Beispiel des zu identifizierenden (oder zu lernenden) Begriffs hält. Die Antwort der Vp wird vom VL als "richtig" oder "falsch" bezeichnet (informative Rückmeldung). Danach wiederholt sich dieses Vorgehen mit dem 2., 3., 4. ... Reiz bis die Vp die erwünschte Klasse richtig identifiziert oder gelernt hat. Kriterium dafür ist meist eine bestimmte, vorher festgelegte Anzahl richtiger Antworten der Vp in ununterbrochener Reihenfolge, gelegentlich auch ein bestimmter Anteil richtiger Antworten innerhalb einer Serie.

Abhängige Variable ist häufig die Zahl der erforderlichen Lernversuche (Reizdarbietungen) bis zum Erreichen des Lernkriteriums.

In einer speziellen Variante dieses Paradigmas liegen der Vp stets alle Reize vor; der VL bestimmt dann - wiederum entweder nach Zufall oder nach einer vorher festgelegten Systematik -, welcher Reiz klassifiziert werden soll (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 165f.).

2.2.1.2 Selektionsparadigma

Beim Selektionsparadigma liegen der Vp während des gesamten Versuchs alle Reize simultan vor.

Der Beginn des Experiments nach der allgemeinen Instruktion ist in zwei Varianten möglich: Entweder gibt der VL einen Reiz als Positiv-Beispiel der gesuchten Klasse vor (Variante I) oder die Vp wählt einen Reiz aus, den sie aufgrund einer (nicht laut geäußerten) Hypothese über die klassifizierungsrelevante Merkmalkombination als Positiv- oder Negativ-Beispiel bezeichnet (Variante II); der VL gibt daraufhin eine Rückmeldung, ob diese Klassifizierung richtig oder falsch war und fordert dann auf, die Hypothese zu nennen.

Die Fortsetzung des Versuchs mit den weiteren Reizen entspricht in jedem Fall dem anfänglichen Vorgehen bei Variante II (Vp wählt selbst).

Das Lernkriterium gilt als erreicht, wenn die Vp die richtige Hypothese äußert. Als abhängige Variable kann wie beim Rezeptionsparadigma die Anzahl der erforderlichen Lernversuche bis zum Erreichen des Kriteriums gewählt werden.

2.2.1.3 Zum Vergleich von Rezeptions- und Selektionsparadigma bei der Identifikation begrifflicher Klassen

Verschiedene experimentell-vergleichende Untersuchungen hinsichtlich der "Schnelligkeit" der Begriffsidentifikation bei beiden Paradigmen erbrachten keine übereinstimmenden Ergebnisse. Die allgemeine Oberlegenheit des einen oder anderen Paradigmas kann daher nicht behauptet werden (LAUGHLIN 1975, S. 324).

Eine mögliche Erklärung für die Uneinheitlichkeit der Resultate dieser Vergleichsuntersuchungen liefert eine weitere Untersuchung (FLAHERTY & FLAHERTY 1974; zit. nach BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 166):

FLAHERTY & FLAHERTY (1974) fanden eine Interaktion zwischen Paradigma und Begriffsart (logischer Aspekt). Diese Wechselbeziehung ist so zu interpretieren, daß bei leicht zu erlernenden oder zu identifizierenden Begriffsarten (affirmativ, konjunktiv) das Selektionsparadigma günstiger ist, während bei schwerer zu lernenden Begriffen (disjunktiv, konditional, bikonditional) das Rezeptionsparadigma die Lernleistung begünstigt.

Diese Unterschiede können nun anscheinend motivationspsychologisch erklärt werden:

Wenn man unterstellt, daß die Selektionsprozedur für Vpn im allgemeinen interessanter und reizvoller ("motivierender") ist und das Motivationsoptimum umso höher liegt, je relativ leichter das Problem ist, dann sind bei leichteren Problemen im Selektionsparadigma bessere Leistungen zu erwarten, bei schwereren Problemen unter den Bedingungen des Rezeptionsparadigmas.

Wenn diese Annahmen zuträfen, dann hätte in den Vergleichsuntersuchungen eine Konfundierung von Paradigma und Motivationsniveaus vorgelegen.

Für eine solche Annahme sprechen auch andere Untersuchungen, die belegen, daß das YERKES-DODSON-Gesetz auch beim Begriffslernen zu gelten scheint (ROMANOW 1958; DUNN 1968; beide zit. nach BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 166).[15)]

Könnte dieser Zusammenhang als hinreichend gesichert betrachtet werden, so ließen sich im Hinblick auf eine zweckmäßige Individualisierung und Differenzierung im Unterricht für bestimmte Begriffslernaufgaben hypothetische Präskriptionen ableiten, die in Feldexperimenten zu prüfen wären.

---

15) Es wäre allerdings theoretisch wie experimentell noch zu prüfen, ob nicht auch alternative Erklärungsansätze zu berücksichtigen sind: So könnte etwa auch die (begrenzte) Kapazität des "Arbeits-" bzw. "Kurzzeitgedächtnisses" ein Erklärungsfaktor sein.

2.2.1.4 Instruktionsparadigma

Für Begriffslernexperimente, bei denen als unabhängige Variable neben oder anstatt Positiv- oder Negativ-Beispielen verbale Reize (z.B. Definitionen, Erklärungen, Analogien usw.) verwendet werden, schlägt WOODSON (WOODSON 1974, S. 184) in Analogie zu den älteren Paradigmen die Bezeichnung "Instruktionsparadigma" ("instructional paradigm") vor.

Insgesamt liegen erst relativ wenige Untersuchungen vor, die diesem Paradigma entsprechen (s. 2.2.6, S.52f). Anscheinend gibt es auch noch keine Vergleichsuntersuchungen der oben erwähnten Art. Im Hinblick auf das Lernen von Begriffen im Unterricht müssen aber gerade Untersuchungen nach diesem Paradigma besonders bedeutsam erscheinen.

2.2.2 Strategien der Informationsgewinnung

Menschliche Individuen sind von einem gewissen Entwicklungszustand an in der Lage, durch ein Wechselspiel von Handlungen und inneren Programmen der Informationsverarbeitung und -speicherung informationelle Unsicherheit aktiv zu reduzieren.

Diese Fähigkeit wird offensichtlich bei der Identifikation bzw. dem Lernen von Begriffen genutzt (vgl. KLIX 1971, S. 557).

Ein Individuum, das - wodurch auch immer - motiviert ist, ein Problem zu lösen, welches darin besteht, eine klassifizierungsrelevante Merkmalkombination zu identifizieren, kann anscheinend auf der Grundlage der prinzipiellen "Auflösbarkeit" von Klassenbildungen (vgl. KLIX 1971, S. 606ff) die Erfahrungstatsache, daß klassifizierende Verhaltensweisen informative Rückmeldungen aus der physikalischen, biologischen oder sozialen Umgebung zur Folge haben, dahingehend instrumentell nutzen, daß vorläufige Klassenbildungen ("Hypothesen") vorgenommen werden, deren Angemessenheit dann getestet wird.

Bestätigt die Rückmeldung die Hypothese, so wird diese beibehalten, anderenfalls wird sie modifiziert oder ersetzt. Dieser

Prozeß der mehrfachen Bildung und Prüfung von Hypothesen wird solange fortgesetzt, bis aufgrund konsistent bestätigender Rückmeldung das Problem mit nach subjektiver Einschätzung hinreichender Sicherheit gelöst ist.

Eine ausreichende motivationale Grundlage vorausgesetzt ("Orientierungsanlaß"), kann der so gelernte Begriff im Gedächtnis fixiert werden, wobei spätere Änderungen allerdings nicht ausgeschlossen sind.

Generell besteht allerdings auch eine alternative Möglichkeit der Problemlösung aufgrund der kommunikativen Leistungsfähigkeit von Menschen:

Der oft langwierige Prozeß des Hypothesentestens kann gegebenenfalls dadurch ersetzt werden, daß eine andere Person (z.B. Lehrer oder Mitschüler) oder ein Medium (z.B. Lexikon oder Lehrbuch) direkt über die Lösung oder eine Teillösung befragt werden.

Zwischen diesen beiden Möglichkeiten der Problemlösung sind eine Reihe von Mischformen denkbar, denen das reale Vorgehen bei der Bearbeitung von Begriffslernaufgaben vermutlich am ehesten entspricht.

Da aber die Entwicklung von Erklärungsmodellen für die letztgenannte Möglichkeit erst in jüngerer Zeit in Angriff genommen werden konnte (z.B. NORMAN, RUMELHART et al. 1975; NEWELL & SIMON 1972; KINTSCH 1974; ANDERSON & BOWER 1973; ANDERSON 1976), beschränkten sich Untersuchungen über Strategien der Informationsgewinnung und -verarbeitung in Begriffserwerbsprozessen in der Regel auf experimentelle Anordnungen, wie sie durch Rezeptions- und Selektionsparadigma gegeben sind.

Eine Strategie ist in diesem Zusammenhang eine Entscheidungsregel (bzw. eine Folge von Entscheidungsschritten), durch die Hypothesen (Folgen von Hypothesen) abgearbeitet oder korrigiert werden (vgl. KLIX 1971, S. 557f.), und deren Bewertung eine Funktion der "Kosten" (Gedächtnisbelastung, evtl. Zeit) einerseits und der antizipierbaren Konsequenzen (Erreichen des Lernziels; ggfls. daraus resultierende Folgen) andererseits ist.

BRUNER, GOODNOW & AUSTIN (1956) unternahmen in ihrer "klassisch" zu nennenden Studie einige Untersuchungen zu Strategien der Informationsgewinnung von Vpn bei der Identifizierung (künstlicher) Klassenbildungen, wobei die Verknüpfungsregel jeweils vorgegeben war.

Resultat dieser Studie waren

a) die (logisch) möglichen Strategien und
b) Aussagen über Strategien, derer sich Vpn unter bestimmten Bedingungen tatsächlich bedienen.

Zum zweiten Punkt wurden in der Folgezeit weitere experimentelle Untersuchungen durchgeführt, und einige Gesetzmäßigkeiten können heute als hinreichend belegt gelten.

2.2.2.1 FOCUS - Strategien

Allgemeines Kennzeichen von Focus-Strategien ist, daß die Vp, nachdem ihr zunächst ein bestimmter Reiz (Focus-Reiz) als Positiv- (oder seltener auch Negativ-) Beispiel geboten wurde, ihre weitere Auswahl (bei Selektionsparadigma) von Reizen immer im Hinblick auf den Focus-Reiz trifft.

Dabei wird als "konservative Focus-Strategie" ("konservatives Focussieren") bezeichnet, wenn die Vp in dem jeweils folgenden Versuch immer einen Reiz wählt, der sich nur in einem Merkmal vom Focus-Reiz unterscheidet. Dieses Vorgehen gewährleistet bei konjunktiver Verknüpfung der Merkmale bei jedem Schritt einen Informationsgewinn.

Wählt die Vp dagegen beim zweiten oder folgenden Versuchen jeweils einen Reiz, der sich in mehr als einem Merkmal vom Focus-Reiz unterscheidet, so wird von einer "Gewagten Focus-Strategie" ("Gewagtes Focussieren") gesprochen.

Gewagtes Focussieren liefert nicht in jedem Fall einen Informationsgewinn, da bei Selektion eines Negativ-Beispiels unklar bleiben muß, welches Merkmal irrelevant ist. Mit "Glück" kann dieses Vorgehen allerdings auch relativ schnell zum Erfolg führen.

Bei disjunktiver Merkmalverknüpfung erwies sich konservatives Focussieren dann als besonders effektiv, wenn der Focus-Reiz ein Negativ-Beispiel war; dies ist allerdings nicht auf alle disjunktiven Verknüpfungen übertragbar.

Im allgemeinen verhielten sich bei disjunktiven Merkmalen die Vpn ähnlich wie bei konjunktiven, d.h. sie suchten nach gemeinsamen Merkmalen der Positiv-Beispiele und verhielten sich damit nicht optimal rational.

Focus-Strategien sind beim Selektionsparadigma sehr viel leichter konsistent durchzuführen als beim Rezeptionsparadigma; dennoch verhielten sich einige Vpn dabei anscheinend analog.

Im Hinblick darauf, daß beim Focussieren alle Merkmale des ersten Beispiels benutzt werden, um eine Hypothese zu bilden, wird auch von einer "ganzheitlichen" ("wholist") Strategie gesprochen (OERTER 1971, S. 43f; BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 185; KLIX 1971, S. 559f.).

2.2.2.2 Strategien der partiellen Hypothesenprüfung

Im Gegensatz zu den ganzheitlichen Focus-Strategien werden bei diesen Strategien Reize ausgewählt, die zur Hypothesenprüfung zweckmäßig erscheinen.

Bei der Strategie der sukzessiven Hypothesenprüfung ("successive scanning") wird dabei in jedem Lernversuch je eine Hypothese getestet, während bei der simultanen Hypothesenprüfung ("simultanous scanning") mehrere Hypothesen gleichzeitig getestet werden (vgl. KLIX 1971, S. 558f; OERTER 1971, S. 43ff; BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 185).

Diese Strategien sind sowohl unter den Bedingungen des Rezeptions- wie des Selektionsparadigmas gleichermaßen anwendbar, allerdings belasten die "Scanning"-Strategien das Gedächtnis weitaus mehr als Focus-Strategien, da eine optimal effektive Informationsausnutzung voraussetzt, daß alle früher zurückgewiesenen Hypothesen erinnert werden.

2.2.2.3 Zur Anwendung bzw. Bevorzugung bestimmter Strategien

Bei Untersuchungen nach dem Selektionsparadigma und bei vorgegebener Verknüpfungsregel gilt:

- Bei der Identifizierung eines konjunktiven Konzeptes erwies sich ein konsequentes Vorgehen nach der (konservativen) Focus-Strategie als optimal; gewagtes Focussieren ist auch noch günstiger als die Prüfung partieller Hypothesen ("Scanning"-Strategien).
- Bei disjunktiven Merkmalverknüpfungen ist die Verfolgung von Focus-Strategien erschwert, und zwar insbesondere dann, wenn der Focus-Reiz ein Positiv-Beispiel ist; bei bestimmten Merkmalkombinationen ist ein konsequentes Focussieren garnicht möglich. Dennoch scheinen Focus-Strategien - voraus-

gesetzt sie sind anwendbar - auch bei nicht-konjunktiven Problemen generell noch günstiger zu sein als andere Strategien (LAUGHLIN 1968; zit. nach BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 186).

Die Bevorzugung von Focus-Strategien ist abhängig von der Verknüpfungsregel der zu identifizierenden Merkmalkombinationen: Sie werden am häufigsten gewählt bei konjunktiven Problemen, dann - in absteigender Reihe - bei bikonditionalen, bei disjunktiven und zuletzt konditionalen Problemen (LAUGHLIN 1968; zit. nach BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 186).

2.2.2.4 Zur unterschiedlichen Schwierigkeit von Konzeptlernaufgaben

Der Annahme, daß diese Rangfolge auch die unterschiedliche Schwierigkeit von Aufgaben der Konzeptidentifikation in Abhängigkeit von der Verknüpfungsregel wiedergibt, widerspricht jedoch ein Befund von BOURNE (1967; vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 187), wonach diese Schwierigkeit - unabhängig davon, ob die Verknüpfungsregel vorgegeben wird oder nicht - ebenfalls bei konjunktiven Problemen am geringsten ist, dann aber von disjunktiven über konditionale zu bikonditionalen Problemen zunimmt. Dieses Ergebnis beruht zwar auf einer Untersuchung nach dem Rezeptionsparadigma; eine Wechselwirkung zwischen Paradigma und Verknüpfungstyp war jedoch von LAUGHLIN geprüft und nicht bestätigt worden. Ansätze zur Erklärung der unterschiedlichen Rangfolge vermuten entweder eine Konfundierung von Motivationsniveau und Paradigma (vgl. S. 37) oder eine (höherrangige) Interaktion zwischen Paradigma, Strategie und Verknüpfungstyp.

BOURNE konnte die von ihm gefundene Schwierigkeitsrangfolge sowohl bei Kindern verschiedenen Alters als auch bei Erwachsenen replizieren (BOURNE & O'BANION 1971; zit. nach KLAUSMEIER et al. 1974, S. 211f).

Hinsichtlich des Lernens von Verknüpfungsregeln fanden SALATAS & BOURNE (1975; zit. nach BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 188) folgende Schwierigkeitsrangfolge (ansteigend)[16]:

16) Vergleiche S. 24, Tab. I.

- konjunktive Regel,
- disjunktive Regel,
- exklusive Regel (Negation der konditionalen Regel),
- negativ-disjunktive Regel (Negation der konjunktiven Regel),
- exklusiv-disjunktive Regel (Negation der bikonditionalen Regel),
- negativ-konjunktive Regel (Negation der disjunktiven Regel),
- konditionale Regel,
- bikonditionale Regel.

Anscheinend kann davon ausgegangen werden, daß "naive" Vp bei ihrem Problemlöseverhalten zunächst von der vorexperimentellen Erfahrung mit konjunktiven Merkmalverknüpfungen (entsprechende Klassenbildungen scheinen in unserer Kultur statistisch zu überwiegen) geleitet werden (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S.187f). Das Lernen von Begriffen mit nicht-konjunktiver Merkmalverknüpfung muß dann schon deshalb schwerer fallen, weil die Vpn - zumindest im stochastischen Sinn - gegen ihre Erfahrung lernen müssen.

Im einzelnen besteht die Schwierigkeit u.a. darin, daß Reize, denen das Fehlen eines relevanten Merkmals gemeinsam ist, z.T. verschieden beantwortet werden müssen, während gleichzeitig Reize, denen die relevanten Merkmale nicht gemeinsam sind, gleichartig zu beantworten sind (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 187f).

Es scheint plausibel, daß diese Schwierigkeit beim Erlernen nicht-konjunktiver Begriffe auch im Unterricht zu beobachten sein müßte; und zwar umso stärker, je weniger die Schüler zuvor im Unterricht des gleichen Fachs mit nicht-konjunktiven Verknüpfungen konfrontiert worden sind.

2.2.2.5 Simulation menschlichen Begriffserwerbs

Basierend auf der Annahme, daß beim Begriffserwerb im Sinne der Focus- oder Scanning-Strategien Hypothesen getestet wurden, wurden verschiedene Modelle zur Simulation menschlichen Begriffserwerbs mit Hilfe von Computern entwickelt.

Derartige Simulationsmodelle wurden u.a. vorgelegt von Forschungsgruppen um HUNT (HUNT 1962; HUNT et al. 1966), DÖRNER (DÖRNER et al. 1967; KÖTTER & DÖRNER 1967) und KLIX (vgl. KLIX 1971, S. 569ff).

Die allgemeine Bedeutung solcher Computersimulationen kann - neben anderen Vorteilen einer Formalisierung von Theorien (vgl. DEPPE 1977) - vor allem in der Funktionsanalyse kognitiver Prozesse gesehen werden.

So zeigte sich etwa bei der Untersuchung von DÖRNER und Mitarbeitern (DÖRNER et al. 1967), daß das Verhalten des Simulationsmodells (Focus-Strategie) zunächst effektiver war als das Verhalten von Vpn, die die gleichen Konzepte zu lernen (bzw. zu identifizieren) hatten.

Nach einer Erweiterung des Modells um die Funktion des "Vergessens" waren die Simulationsergebnisse den Lernergebnissen der Vpn besser angepaßt.

KÖTTER und LANG (1970) versuchten, die noch bestehenden Diskrepanzen durch eine unterschiedliche Gewichtung einzelner Merkmale zu verringern. Tatsächlich konnte so eine weitere, allerdings noch nicht optimale, Anpassung der Ergebnisse erzielt werden.

> Dieses letztgenannte Ergebnis, daß verschiedene Merkmale unterschiedlich gewichtet werden, wurde auch durch "reale" Experimente bestätigt (SPRUNG & PÄTZOLD 1969; SPRUNG 1970; beide zit. nach KLIX 1971, S. 571).
>
> Bei geeigneten Merkmalen ließ sich sogar eine Präferenzfolge FORM $\succ$ GRÖSSE $\succ$ ZAHL $\succ$ LAGE nachweisen, die damit erklärt wird, "daß die statistisch stabilen Merkmale unserer Umgebung als Bevorzugung für Hypothesenbildungen in Begriffsbildungsexperimenten wirksam werden" (KLIX 1971, S. 571f).

Ergebnisse von Computersimulationen sind aber auch bei optimaler Anpassung nie in dem Sinne zu interpretieren, daß menschliches Denken "technisch" der Informationsverarbeitungsweise von Großrechnern entspricht. Die Bedeutung von Simulationsstudien liegt u.a. darin, daß gezeigt werden kann, daß "So etwas (d.h. etwas, das gleiche Effekte macht) wie" z.B. "Vergessen" oder "so etwas wie" eine unterschiedliche Merkmalgewichtung auch bei menschlicher Informationsverarbeitung offensichtlich eine Rolle spielt.

2.2.3 Informative Rückmeldung beim Begriffserwerb

Unabhängig vom jeweils gegebenen Paradigma der Versuchsanordnung scheint der Lernerfolg beim Begriffserwerb von informativer Rückmeldung abhängig, d.h. der Rückmeldung darüber, ob die Beantwortung (Klassifizierungsreaktion) eines Reizes "richtig" oder "falsch" war.

Theorien des Hypothesentestens bei Begriffsidentifikationsaufgaben unterscheiden sich u.a. zum Teil in der Frage, ob die Rückmeldungsmöglichkeiten "richtig" und "falsch" gleichermaßen lernwirksam sind oder nicht, bzw. ob nur aus Fehlern gelernt werden kann oder auch aus "richtigem" Verhalten.

Die erste Annahme ist u.a. aus dem stochastischen Modell des Begriffserwerbs (genauer: Begriffsidentifikation) von BOWER & TRABASSO (1964) ableitbar (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 175ff, S. 189; DEPPE 1977, S. 105), da nach diesem Modell nur die Information "falsch" eine Vp veranlaßt, eine falsche Hypothese aufzugeben und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die richtige Hypothese zu wählen.

Experimente von BUSS und BUSS (1956), BOURNE et al. (1967) sowie von LEVINE (1966) stützen jedoch eher die entgegengesetzte Annahme, daß auch als "richtig" rückgemeldete Reaktionen Informationen liefern, indem sie eine Reduktion der noch zu testenden Hypothesenmenge erlauben (BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 178ff; 189f).

> LEVINEs Theorie (LEVINE 1969, 1970; zit. nach BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 180) erklärt dies folgendermaßen:
>
> Wird mehr als eine Hypothese gleichzeitig getestet, so bestimmt eine davon als "Arbeitshypothese" die Reaktion. Bei Rückmeldung "falsch" wird sie verworfen, bei "richtig" beibehalten; in beiden Fällen kann die jeweilige Information aber auch für oder gegen die Beibehaltung oder das Verwerfen anderer, gleichzeitig getesteter Hypothesen (z.B. Alternativhypothesen) sprechen. Die Rückmeldung ermöglicht daher nicht nur die Entscheidung über die jeweilige Arbeitshypothese, sondern auch über Hypothesen, die mit dieser bei einem bestimmten Lernversuch konfundiert sind.

LEVINE nimmt ferner an, daß sprachliche Kodierungen der Hypothesen ständig memoriert werden und deshalb eine Zeitlang im

Gedächtnis fixiert bleiben. "Falsch"-Antworten würden dann eine Rekodierung und demzufolge auch mehr Zeit zur Informationsverarbeitung benötigen als "Richtig"-Antworten.

Es wird weiterhin erwartet, daß eine Verlängerung des Zeitintervalls zwischen der Rückmeldung und dem Beginn des nächsten Lernversuchs in einem gewissen Ausmaß das Lernen begünstigt, da die Informationsverarbeitung erst nach der Rückmeldung beginnen kann und einige Zeit benötigt.

Im Gegensatz dazu sollte eine Verlängerung des Zeitintervalls zwischen der Antwort der Vp und der Rückmeldung keinen Einfluß auf das Lernen haben (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 181, 189).

Diese Annahmen können für die Konzeptidentifikation insgesamt als mehrfach bestätigt gelten[17] (BOURNE et al. 1971; WHITE & SCHMIDT 1972; WHITE et al. 1975; ERICKSON et al. 1966; vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 181f, S. 189f).

Im komplexeren Kontext als bei Experimenten (z.B. im Unterricht) wird allerdings die Frage zu stellen sein, inwieweit neben dem rein informativen Aspekt der Rückmeldung auch motivationale Aspekte eine Rolle spielen und welche Lernergebnisse dann insgesamt zu erwarten sind.

2.2.4 Positive und Negative Beispiele

Im Hinblick auf die allgemeinen Wirkzusammenhänge beim Erwerb von Begriffen (vgl. insbesondere 2.1.1 und 2.1.2) erscheint die Bedeutung von Positiv-Beispielen als Träger klassifizierungsrelevanter Merkmale unmittelbar einleuchtend.

Die Tatsache aber, daß Begriffe in einem informationellen Interaktionsprozeß mit der Umgebung erworben werden und informative Rückmeldungen beim Begriffserwerb von entscheidender

---

17) Ein mit der Theorie nicht völlig kompatibler Befund liegt mit der Untersuchung von MATTHEWS & PATTON (1975) vor; sollte er sich als replizierbar erweisen, müßte dies eine teilweise Modifikation der LEVINE'schen Theorie zur Folge haben (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 181).

Bedeutung sind, impliziert auch die Bedeutung von Negativ-Beispielen: Ohne Fehlklassifikationen - d.h. entweder die Klassifikation von Nicht-Beispielen als Beispiele oder umgekehrt - scheint der sichere Erwerb realer Begriffe[18] kaum möglich zu sein (vgl. auch BOGOJAWLENSKI & MENTSCHINSKAJA 1962, S. 222ff).

Daß dabei verschiedene Beispiele und Nicht-Beispiele von unterschiedlichem (informativen) Wert sind, wird plausibel, wenn man bedenkt, daß sowohl ein Traktor als auch eine Teekanne Nicht-Beispiele des Begriffs "Auto" darstellen: die beiden Objekte liefern unterschiedliche Informationsangebote.

Das Informationsangebot eines einzelnen Objekts gilt als umso höher, je mehr Hypothesen (potentiell klassifizierungsrelevante Merkmalverknüpfungen) bei entsprechender informativer Rückmeldung über das Objekt aus der Menge aller möglichen Hypothesen eliminierbar sind (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 192).

Vom Informationsangebot der Objekte ist dann die Mindestanzahl Beispiele und Nicht-Beispiele abhängig, durch deren Darbietung (Lernversuch und informative Rückmeldung eingeschlossen) ein Begriff erworben werden kann. Wie das Informationsangebot aus Positiv- und Negativ-Beispielen tatsächlich genutzt wird, ist allerdings nur empirisch zu ermitteln.

Experimentelle Befunde bestätigen ziemlich einheitlich die Annahme, daß bei der Konzeptidentifikation informativere Reize - unabhängig davon, ob es sich um Positiv- oder Negativ-Beispiele handelt - auch effektiver genutzt werden (BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 190).

Bei konjunktiven Konzepten werden jedoch Positiv-Beispiele auch dann besser verwertet als Negativ-Beispiele, wenn das Informationsangebot gleich ist.

Die Schwierigkeit der Identifikation der klassifizierungsrelevanten Merkmale eines Konzepts kann trotz gleichem Informationsangebot auch bei unterschiedlicher Verknüpfungsregel (Begriffs-

---

18) Bei experimentellen Anordnungen zur Konzeptidentifikation gilt dies wegen der meist sehr kleinen, in jedem Falle endlichen Zahl potentiell relevanter Merkmale und Verknüpfungsregeln nicht immer. Bei realen Begriffen muß jedoch von einer viel größeren, oft nicht überschaubaren Menge potentiell relevanter Merkmale ausgegangen werden.

art) verschieden sein (BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 193f, S. 196).

Während unter Bedingungen, die dem Rezeptions- oder Selektionsparadigma entsprechen, Positiv- und Negativ-Beispiele mit höherem Informationsangebot die Konzeptidentifikation erleichtern, scheinen beim Erwerb "natürlicher" Begriffe sog. "Prototypen" den Lernprozeß besonders zu fördern.

"Prototypen" sind (Positiv-) Beispiele, die - im Gegensatz zu weniger prototypischen Beispielen - den entsprechenden Begriff besonders "gut" repräsentieren indem sie einerseits Merkmale vieler Beispiele desselben Begriffs in sich vereinigen und sich andererseits besonders klar gegenüber Beispielen anderer Begriffe abheben.

Die Rolle solcher "Prototypen" beim Erlernen "natürlicher" Begriffe wurde von ROSCH (1973) in einem Experiment mit Angehörigen einer "Steinzeitkultur" (DANI; indonesisch Neu-Guinea), die weder über Farb- noch zweidimensionale Formkonzepte verfügen (auch nicht nonverbal), belegt. Lernende orientieren sich danach anscheinend bei der Bildung und Anwendung "natürlicher" Begriffe zumindest auch an solchen "Prototypen" (ROSCH 1973; ROSCH & MERVIS 1975; vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977a, S. 197ff).

Dafür, daß aber gleichzeitig auch Merkmalkombinationen - etwa im Sinne der Hypothesenbildung - ausgefiltert werden können, spricht eine Untersuchung von AIKEN & WILLIAMS (1973).

Die Erklärungsansätze sowohl von ROSCH (ROSCH 1973; ROSCH & MERVIS 1975) als auch von AIKEN und WILLIAMS (1973; "schematic concept formation") weisen einige Übereinstimmungen mit dem Konzept "Unscharfe Begriffe" auf (vgl. 2.1.6.3., S. 26).

Es wäre demnach denkbar, daß die insgesamt noch vergleichsweise wenig untersuchten Prozesse beim Erwerb und der Anwendung unscharfer Begriffe nicht nur bei einer speziellen Klasse von Begriffen wirksam sind (vgl. auch POSNER 1976, S. 87ff).

Das würde aber letztlich bedeuten, daß alle "natürlichen" Begriffe mehr oder weniger scharfe Begriffe mit mehr oder weniger "guten" Beispielen sind.

2.2.5 Fehler beim Begriffserwerb

Klassifizierendes Verhalten kann bei vorgegebenen Klassen bzw. Begriffen f a l s c h sein.

Auf Performanz-Ebene lassen sich genau drei Fehlertypen unterscheiden:

1. Obergeneralisierung:
   Es werden - neben den richtigen Beispielen - auch Nicht-Beispiele als (Positiv) Beispiele identifiziert;
2. Oberdiskriminierung:
   Es werden auch Positiv-Beispiele als Nicht-Beispiele identifiziert;
3. Fehlkonzeptualisierung ("misconception"):
   Einige Beispiele werden als Nicht-Beispiele und einige Nicht-Beispiele als Beispiele klassifiziert[19].

MARKLE & TIEMANN (1969) führen das Auftreten dieser Fehlertypen auf unterschiedliche, jeweils unzureichende Darbietung von Beispielen und Nicht-Beispielen beim Begriffserwerb zurück:

> So kann Obergeneralisierung als eine Folge unzureichender Vielfalt an Nicht-Beispielen vorhergesagt werden. Um einen fehlerfreien Begriffserwerb zu ermöglichen, müßte innerhalb der Menge der Nicht-Beispiele jedes relevante Merkmal mindestens einmal fehlen.
>
> Oberdiskriminierungen wären entsprechend eine Folge unzureichender Vielfalt auf Seiten der Positiv-Beispiele: Bei diesen müßte jedes wichtig erscheinende irrelevante Merkmal mindestens einmal variiert sein.
>
> Fehlkonzeptualisierungen wären dann als Folge einer unzureichenden Anzahl sowohl geeigneter Beispiele als auch Nicht-Beispiele zu erwarten.
>
> Eine Menge von Beispielen und Nicht-Beispielen, die genau die genannten Bedingungen erfüllt um Obergeneralisierung einerseits und Oberdiskriminierung andererseits zu verhindern wird als "Rationale Menge" ("rational set") bezeichnet (MARKLE & TIEMANN 1969; zit. nach KLAUSMEIER et al. 1974, S. 161ff, S. 192ff).

Die empirische Überprüfung der genannten Annahmen durch entsprechende Lernversuche (FELDMAN 1972; SWANSON 1972; beide zit.

---

19) KLAUER (1974, S. 129) nennt lediglich die erstgenannten Fehlerarten (Obergeneralisierung und Oberdiskriminierung); bei einer einzelnen Fehlklassifikation können auch nur diese beiden Fehler unterschieden werden.

nach KLAUSMEIER et al. 1974, S. 162) zeigte, daß die Darbietung "Rationaler (Beispiel-) Mengen" bei der entsprechenden Experimentalgruppe zu überzufällig weniger Fehlern führte.

Auch die Vorhersage, welche Fehler bei unterschiedlich reduzierten Mengen von Beispielen und Nicht-Beispielen vorwiegend auftreten würden, konnte tendenziell bestätigt werden; allerdings waren diese Befunde nicht in jedem Fall statistisch zu sichern (vgl. KLAUSMEIER et al. 1974, S. 162).

Eine ähnliche Hypothese untersuchten TENNYSON, WOOLLEY und MERRILL (1972). Sie unterschieden drei unabhängige Variable:

a) Die "Schwierigkeit"[20] von Objekten; operationalisiert durch die relative Häufigkeit von Fehlklassifikationen der Objekte durch Vpn, denen die relevanten Merkmale verbal mitgeteilt worden waren (unabhängiger Vorversuch).

b) "Matching" von Objekten; jeweils ein Beispiel und ein Nicht-Beispiel, deren irrelevante Merkmale sich soweit als möglich ähnlich sind, werden paarweise dargeboten. Das Gegenteil dazu ("unmatched examples") besteht in der paarweisen Darbietung je eines Beispiels und eines Nicht-Beispiels mit möglichst verschiedenen irrelevanten Merkmalen.

c) "Divergenz/Konvergenz" von Positiv-Beispielen; zwei Positiv-Beispiele gelten als "divergent", wenn sie sich in ihren irrelevanten Merkmalen so unähnlich sind wie möglich und als "konvergent", wenn auch die irrelevanten Merkmale weitgehend übereinstimmen (invariant sind).
(Vgl. TENNYSON, WOOLLEY & MERRILL 1972, S. 142).

Oberwiegend korrekte Klassifikationen, also keine Fehler werden erwartet bei der Bedingungskombination "Matching" und "Divergenz", unabhängig von der Schwierigkeit der zu klassifizierenden Objekte.

Obergeneralisierung wird dann erwartet, wenn in der Lernphase überwiegend "schwierige" Objekte paarweise "unmatched" und "divergent" dargeboten wurden.

---

20) Von den Autoren als "probability" bezeichnet.

2.2.5 Fehler beim Begriffserwerb

Klassifizierendes Verhalten kann bei vorgegebenen Klassen bzw. Begriffen f a l s c h sein.

Auf Performanz-Ebene lassen sich genau drei Fehlertypen unterscheiden:

1. Obergeneralisierung:
   Es werden - neben den richtigen Beispielen - auch Nicht-Beispiele als (Positiv) Beispiele identifiziert;
2. Oberdiskriminierung:
   Es werden auch Positiv-Beispiele als Nicht-Beispiele identifiziert;
3. Fehlkonzeptualisierung ("misconception"):
   Einige Beispiele werden als Nicht-Beispiele und einige Nicht-Beispiele als Beispiele klassifiziert[19].

MARKLE & TIEMANN (1969) führen das Auftreten dieser Fehlertypen auf unterschiedliche, jeweils unzureichende Darbietung von Beispielen und Nicht-Beispielen beim Begriffserwerb zurück:

> So kann Obergeneralisierung als eine Folge unzureichender Vielfalt an Nicht-Beispielen vorhergesagt werden. Um einen fehlerfreien Begriffserwerb zu ermöglichen, müßte innerhalb der Menge der Nicht-Beispiele jedes relevante Merkmal mindestens einmal fehlen.
>
> Oberdiskriminierungen wären entsprechend eine Folge unzureichender Vielfalt auf Seiten der Positiv-Beispiele: Bei diesen müßte jedes wichtig erscheinende irrelevante Merkmal mindestens einmal variiert sein.
>
> Fehlkonzeptualisierungen wären dann als Folge einer unzureichenden Anzahl sowohl geeigneter Beispiele als auch Nicht-Beispiele zu erwarten.
>
> Eine Menge von Beispielen und Nicht-Beispielen, die genau die genannten Bedingungen erfüllt um Obergeneralisierung einerseits und Oberdiskriminierung andererseits zu verhindern wird als "Rationale Menge" ("rational set") bezeichnet (MARKLE & TIEMANN 1969; zit. nach KLAUSMEIER et al. 1974, S. 161ff, S. 192ff).

Die empirische Oberprüfung der genannten Annahmen durch entsprechende Lernversuche (FELDMAN 1972; SWANSON 1972; beide zit.

19) KLAUER (1974, S. 129) nennt lediglich die erstgenannten Fehlerarten (Obergeneralisierung und Oberdiskriminierung); bei einer einzelnen Fehlklassifikation können auch nur diese beiden Fehler unterschieden werden.

Eine Weiterentwicklung dieses Instrumentes wird derzeit im Rahmen eines Forschungsprojektes von KÖTTER und Mitarbeitern erprobt.[21]

2.2.6 Untersuchungen zur Bedeutung verbaler Faktoren beim Begriffserwerb

Obwohl die meisten der bisher behandelten Aspekte des Begriffserwerbs - ungeachtet der Frage einer Generalisierbarkeit einzelner Befunde - auch unter verschiedenen unterrichtlichen Bedingungen von Bedeutung sein dürften, ist der für Unterricht in seiner herkömmlichen Form konstitutive Aspekt der sprachlichen Kommunikation bisher nur in sehr beschränktem Maße Gegenstand empirischer Untersuchungen zum Begriffslernen gewesen.

Untersuchungen, die die "Darbietung von Definitionen", "Erklärungen", "Synonymen" oder die "Hervorhebung von Merkmalen" als unabhängige Variable einbeziehen, liegen erst seit kurzem vor; jedoch stimmen die bisher erzielten Ergebnisse zumindest in einigen unterrichtlich bedeutsam erscheinenden Aspekten überein.

Theoretische Grundlage der meisten dieser Untersuchungen ist das Modell des Hypothesentestens; darüber hinausgehende Annahmen über Prozesse des Sprachverstehens bzw. der verbalen Informationsverarbeitung werden in der Regel nicht gemacht.

Häufig wird bei diesen Ansätzen der Aspekt des Lehrens von Begriffen in den Vordergrund gerückt, da es sich häufig um den experimentellen Vergleich verschiedener (verbaler) Darbietungsformen handelt; die verschiedenen Darbietungsformen werden dann als "Lehrverfahren" bezeichnet.

Einige der Untersuchungen fanden auch in Schulklassen statt; allerdings erfolgt die "Behandlung" und die Zuordnung der Vpn zu Experimental- und Kontrollgruppen meist im Sinne klassischer

---

21) "Bedingungen des Aufbaus dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Strukturen durch Unterricht"; gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms Lehr-Lern-Forschung (ab 1977).

Experimentiertechnik (Standardisierte Darbietung der Reize; Zufallsauswahl etc.).

Bei den Ergebnissen zeigt sich generell, daß verbale Darbietungen den Begriffserwerb sehr wirkungsvoll fördern können (WOODSON 1974; JOHNSON & STRATTON 1969; MERRILL & TENNYSON 1971; ANDERSON & KULHAVY 1972; SWANSON 1972; FELDMAN 1972; die beiden letzteren zit. nach KLAUSMEIER et al. 1974, S. 200ff).

Wird eine Definition dargeboten, so sind Anzahl und Art der dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele von sehr viel geringerer Bedeutung, als wenn beim Begriffslernen keine Definition dargeboten wird (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 202).

Die Untersuchungen von JOHNSON & STRATTON (1969) und ANDERSON & KULHAVY (1972) belegen darüber hinaus, daß noch nicht bekannte Begriffe ohne jede visuelle Darbietung von Beispielen und Nicht-Beispielen, allein durch verbale Information, gelernt werden können. Das Lernergebnis wurde von JOHNSON & STRATTON (1969) mit Hilfe von vier verschiedenen Testarten erfaßt (Definitionen wiedergeben, Beispiele/Nicht-Beispiele identifizieren, Satzergänzungen, Synonyme), wobei sich keine Interaktion zwischen Darbietungsweise und Testform nachweisen ließ: Die Werte aus den vier verschiedenen Tests korrelierten unabhängig von der jeweiligen experimentellen Bedingung (Darbietungsform: Definition, Verwendung des Begriffs im Kontext: Nennen von Beispielen, Synonyme, alle genannten Bedingungen zusammen) relativ hoch miteinander.

Vergleiche verschiedener verbaler Darbietungsweisen erbrachten untereinander etwas uneinheitliche Ergebnisse, allerdings wurden jeweils verschiedene Darbietungsformen miteinander verglichen, und auch die experimentellen Anordnungen waren verschieden.

Nach einer Untersuchung von WOODSON (1974) sind

- "Definieren" und
- "Nennen der relevanten Merkmale"

effektiver als

- "Nennen irrelevanter Merkmale"
- "Aufzählen von Beispielen"

- "Beschreiben des Bereichs eines Begriffs"
  (z.B. " ... hat etwas zu tun mit ...")
- "Benutzung von Analogien".

JOHNSON & STRATTON (1969) konnten dagegen keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den folgenden Formen verbaler Darbietung finden:

- "Definieren"
- "Verwendung des Begriffs im Kontext"
- "Aufzählen von Beispielen und Nicht-Beispielen"
  (jeweils als Beispiele oder Nicht-Beispiele bezeichnet)
- "Nennen von Synonymen".

Eine Form der Darbietung, die alle vier genannten umfaßte ("mixed program") erwies sich jedoch allen einzelnen Darbietungsweisen für sich überlegen.

Daraus kann aber anscheinend nicht generell gefolgert werden, daß die Lernleistung umso besser wird, je größer das Informationsangebot ist:

In einem Begriffslernexperiment mit Kindern im Vorschulalter (MARTIN & OLSON 1971) wurden vier (2x2) experimentelle Bedingungen verglichen:

1. Wenige (3) Beispiele eines Begriffs, die zweimal dargeboten wurden und sechs einfache und untereinander ziemlich ähnliche Aussagen über den zu lernenden Begriff (z.B. "Dies ist ein Behälter");
2. Viele (6) Beispiele des Begriffs und sechs komplexere und untereinander eher verschiedene Aussagen über den entsprechenden Begriff (z.B. "Hast du schon einmal so einen Behälter mit kleinen Fischen drin gesehen?");
3. Sechs verschiedene Beispiele, kombiniert mit sechs einfachen, untereinander ähnlichen Aussagen;
4. Drei Beispiele des Begriffs (zweimal dargeboten) und sechs komplexere, verschiedene Aussagen.

Entgegen der ursprünglichen Erwartung der Autoren erwies sich lediglich eine Interaktion der beiden Faktoren (Vielzahl Beispiele; mehr oder weniger komplexe verbale Information) als statistisch signifikant:

Die Experimentalgruppen mit jeweils am meisten und am wenigsten Informationen (Bedingungen 1 und 2) zeigten gegenüber den beiden anderen Gruppen (3 und 4) deutlich schlechtere Lernleistungen. Dieser Befund wird so interpretiert, daß die Kinder unter der Bedingung (1) zuwenig Information zur Verfügung hatten, um den entsprechenden Begriff richtig erwerben

zu können, während sie unter der Bedingung (2) überfordert waren von dem Informationsangebot (KLAUSMEIER et al. 1974, S. 148).

Obwohl die Stichhaltigkeit dieser Interpretation einer genaueren empirischen Überprüfung bedürfte, verweist das Ergebnis auf die Bedeutung entwicklungspsychologischer Aspekte gerade bei verbalen Faktoren des Begriffserwerbs.

Weshalb Variable wie "Definitionen", "Merkmalauflistungen" u.ä. den Begriffserwerb in der Regel fördern, läßt sich im Hinblick auf die bisher behandelten theoretischen Grundlagen folgendermaßen erklären:

a) (Verbale) Definitionen und die Benennung von Merkmalen erleichtern die verbal vermittelte Codierung;

b) durch Definitionen und verbale Merkmalauflistung werden die relevanten Merkmale hervorgehoben und dadurch ihre Ausfilterung aus der Gesamtmenge der Merkmale erleichtert;

c) Definitionen oder Merkmalauflistungen entbinden von der Notwendigkeit, viele potentiell richtige Hypothesen zu testen: Die in der Definition genannte Merkmalkombination liefert zumindest eine Arbeitshypothese, die eventuell noch auf ihre Richtigkeit hin geprüft wird.

Die Erklärung der Wirksamkeit von Variablen wie etwa die Verwendung der Bezeichnung eines Begriffs in einem bedeutungsvollen Kontext oder Synonyme scheint demgegenüber theoretischer Modelle der Speicherung und Verarbeitung komplexer verbaler Informationen zu bedürfen, die über die Erklärung des Erwerbs einfacher isolierter Begriffe hinausgehen.

2.2.7 Zusammenfassung (2.2)

- Experimentelle Studien zum Begriffserwerb lassen sich aufgrund der Art und Weise, wie Positiv- oder Negativ-Beispiele dargeboten werden als Untersuchungen nach dem Rezeptions- oder dem Selektionsparadigma klassifizieren.

Werden in Begriffslernexperimenten anstatt Positiv- oder Negativ-Beispielen verbale Reize (Definitionen, Bezeichnung der Merkmale) dargeboten, so kann von einem Instruktionsparadigma gesprochen werden.

Rezeptions- und Selektionsparadigma interagieren hinsichtlich des Lernergebnisses mit der Art der zu lernenden Begriffe.

- Im Rahmen von Rezeptions- und Selektionsparadigma lassen sich mehrere Strategien der Informationsgewinnung und -verarbeitung beim Begriffserwerb unterscheiden, deren Effektivität von der jeweiligen Begriffsart (logische Merkmalverknüpfung) abhängt.

Unabhängig vom Paradigma sind anscheinend konjunktive Begriffe stets leichter zu erlernen als Begriffe mit anderen Merkmalverknüpfungen.

Annahmen über Prozesse des Hypothesentestens beim Begriffserwerb sind mehrfach anhand von Simulationsstudien geprüft worden; die Ergebnisse entsprechender Untersuchungen belegen u.a. die Rolle des "Vergessens" (bzw. der begrenzten Gedächtniskapazität) sowie die Annahme einer unterschiedlichen "Gewichtung" verschiedener Merkmale.

- Sowohl positive wie negative Rückmeldungen über Versuche zur Identifikation von Beispielen und Nicht-Beispielen liefern dem Lernenden Informationen, die den Lernerfolg begünstigen können.

Auch eine Verlängerung des Zeitintervalls zwischen Rückmeldung und Beginn eines neuen Versuchs zur Identifizierung eines Beispiels oder Nicht-Beispiels scheint den Lernerfolg zu fördern.

- Positive und negative Beispiele sind prinzipiell gleichermaßen wichtig für den Begriffserwerb; unterschiedliche "Objekte" können sich jedoch hinsichtlich ihres Informationswertes unterscheiden. Beim Erwerb "natürlicher" Begriffe scheinen insbesondere "prototypische" Beispiele von Bedeutung zu sein.

- Je nach Zusammenstellung des dargebotenen Beispiel/Nicht-Beispiel-Angebotes sind bestimmte, unterscheidbare Fehler beim Begriffserwerb vorhersagbar.

Umgekehrt lassen sich "Sätze" von Beispielen und Nicht-Beispielen so zusammenstellen, daß ihre Darbietung - ceteris paribus - die Wahrscheinlichkeit von Fehlern minimiert.

- Verbale Darbietungen (Definitionen, Aufzählen oder Hervorheben von Merkmalen etc.) können den Begriffserwerb wirkungsvoll fördern; u.U. können Begriffe ausschließlich durch verbale Information gelernt werden.

2.3 Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht: Zur Ableitung präskriptiver Aussagen.

Eine umfassende Sekundäranalyse von insgesamt 235 experimentellen Untersuchungen zum Begriffserwerb mit dem Ziel der Ableitung präskriptiver Aussagen für das Lehren von Begriffen hat D. Cecil CLARK (1971) unternommen.

Diese Studie soll im folgenden zunächst kurz dargestellt werden.

Daran anschließend wird - von dem konkreten Beitrag CLARKs ausgehend - zu fragen sein, welche Bedeutung experimentelle psychologische Befunde für das Lehren von Begriffen im Unterricht haben und welche Folgerungen sich daraus für die weitere Erforschung des Problembereichs ergeben.

2.3.1 D. Cecil CLARK (1971): Eine Sekundäranalyse experimenteller Untersuchungen zum Begriffserwerb.

CLARK stellte sich die Frage, in welchem Ausmaß das vorliegende Material aus Forschungen zum Begriffserwerb genutzt werden kann, um präskriptive Aussagen für das Lehren von Begriffen im Unterricht ableiten zu können (CLARK 1971, S. 253).

Die Autorin analysierte zu diesem Zweck 235 experimentelle Arbeiten aus dem Zeitraum von 1929 bis 1968[22]. Die Ergebnisse wurden nach Variablengruppen geordnet in insgesamt 61 deskriptiven Aussagen ("statements") über Wirkzusammenhänge beim Begriffserwerb zusammengefaßt, wobei für jede Aussage mitgeteilt wird, wieviele Untersuchungen den entsprechenden Variablenzusammenhang stützen und wieviele zu abweichenden Ergebnissen kommen (es werden nur Aussagen formuliert, die als "überwiegend" belegt gelten können)[23]

22) Das entspricht etwa 90 % aller in diesem Zeitraum in englischer Sprache veröffentlichten einschlägigen Arbeiten.

23) Eine solche Vorgehensweise ist methodologisch von vornherein nicht unproblematisch: Nomothetische Aussagen sind schließlich bereits bei einem einzigen nachweislich von der vermuteten Gesetzmäßigkeit abweichenden Fall falsifiziert (vgl. POPPER 1969).

Folgende Variablenklassen werden unterschieden:

- Begriffsart ("concept variables");
- Reiz-Variable ("stimulus variables"):
  Art der relevanten und irrelevanten Merkmale,
  Art der positiven und negativen Beispiele;
- Persönlichkeitsmerkmale des Lernenden ("subject variables"):
  Alter,
  Intelligenz,
  Geschlecht,
  sonstige Persönlichkeitsmerkmale (Angst, Rigidität, Ego-Involvement);
- Lernaufgaben ("task variables"):
  Instruktion,
  Prozeduren und Aktivitäten vor der eigentlichen Darbietung des Reizmaterials,
  Darbietung von Beispielen und Nicht-Beispielen,
  Verhaltensantworten der Vpn,
  Rückmeldung,
  Übung,
  sonstige Aufgaben-Variable.

(Vgl. CLARK 1971, S. 258-260).

Da deskriptive Aussagen nicht geeignet sind, als Handlungsanweisungen zu fungieren, werden auf der Grundlage der unterrichtlich relevant erscheinenden "statements"[24] insgesamt 16 präskriptive Aussagen für das Lehren von Begriffen formuliert.

Diese Präskriptionen sind in ein fünfphasiges Lehrverhaltensschema ("teaching model") eingeordnet:

1. Phase: Lehrzielentscheidung:
Wahl des zu lehrenden Begriffs und Bestimmung des entsprechenden Lehrziels.

1. Wähle den entsprechenden Begriff aus und ordne ihn einer oder mehreren Lehrzielkategorien (in Anlehnung an BLOOMs Taxonomie) zu!

24) Als unterrichtlich relevant werden nur solche Variablen betrachtet, die der Lehrer kontrollieren und beeinflussen kann.

2. Bestimme alle relevanten sowie die häufig vorkommenden irrelevanten Merkmale des Begriffs!

3. Bestimme die bei den Schülern vorauszusetzenden Begriffe und evtl. erforderliche Fertigkeiten und stelle fest, ob die Schüler über dies Vorkenntnisse verfügen!

2. Phase: Vorbereitung des Lehrmaterials

4. Der Lehrer sollte drei Kategorien von Beispielen/Nicht-Beispielen vorbereiten (s.u.); jedes Beispiel/Nicht-Beispiel (innerhalb der drei Kategorien) sollte als einzelne informative Einheit dargeboten werden und alle Beispiele/Nicht-Beispiele sollten formal ähnlich sein.

5. Positive Einführungsbeispiele (1. Kategorie) sollten keine oder möglichst wenige irrelevante Merkmale aufweisen. Wenn irrelevante Merkmale nicht vermieden werden können, dann sollten
   a) sie so variiert werden, daß sie sich von den relevanten Merkmalen möglichst stark unterscheiden;
   b) die relevanten Merkmale möglichst stark, die irrelevanten möglichst wenig hervorgehoben werden;
   c) die irrelevanten Merkmale von Beispiel zu Beispiel möglichst stark variiert werden, während die relevanten Merkmale möglichst invariant bleiben.

6. Positive Vertiefungsbeispiele (2. Kategorie) sollten alle relevanten und möglichst mehrere irrelevante Merkmale aufweisen. Die relevanten und die irrelevanten Merkmale sollten über die Beispiele etwas variiert werden.

7. Jedes Negativ-Beispiel (3. Kategorie) sollte enthalten
   a) entweder eine unvollständige Menge relevanter Merkmale oder alle relevanten Merkmale, aber nicht in der richtigen Verknüpfung
   und ferner
   b) verschiedene irrelevante Merkmale. Einige der irrelevanten Merkmale sollten identisch sein mit denen, die bei den positiven Vertiefungsbeispielen vorkommen und einige sollten von diesen verschieden sein.

Die Negativ-Beispiele sollten möglichst alle ihrerseits derselben begrifflichen Klasse angehören; sie sollten untereinander möglichst gleichartig sein und sich von den Beispielen (der beiden Kategorien von Positiv-Beispielen) möglichst stark unterscheiden.

3. Phase: Überprüfung der Lernvoraussetzungen (Konstruktion und Durchführung eines speziellen Vortests)

8. - 10. Konstruktion eines Vortests unter Rückgriff auf die gewählten Lehrziele.

4. Phase: Lehren des Begriffs

11. Während der Einführungsphase einerseits und der Vertiefungsphase andererseits sind z.T. unterschiedliche Verfahrensweisen angebracht; allgemein gilt zunächst:

11.1 Biete weder zu viele noch zu wenige Beispiele/Nicht-Beispiele dar; die geeignete Anzahl hängt ab vom Alter der Schüler und von der Spezifität des zu lehrenden Begriffs!

11.2 Biete die Beispiele/Nicht-Beispiele immer systematisch geordnet dar!

11.3 In jeder Phase des Lehrens sollten die Beispiele/Nicht-Beispiele simultan dargeboten werden; sie sollten während beider Phasen des Lehrens ständig wahrnehmbar sein.

11.4 Gib den Schülern ausreichend Gelegenheit sich mit den Beispielen/Nicht-Beispielen zu beschäftigen!

11.5 Eine Übersicht über die Beispiele/Nicht-Beispiele ist immer nützlich und manchmal notwendig.

11.6 Gib den Schülern - wenn möglich - Gelegenheit mit den Beispielen/Nicht-Beispielen konkret (phys.) umzugehen!

12. Zur Einführungsphase:

12.1 Biete nur Positiv-Beispiele dar und benenne jedes mit der korrekten Bezeichnung des Begriffs!

12.2 Zeige bei jedem Beispiel alle relevanten Merkmale und ihre richtige Verknüpfung und benenne sie! Weise auf die irrelevanten Merkmale hin!

13. Zur Vertiefungsphase:

13.1 Biete zunächst positive Vertiefungsbeispiele und Negativ-Beispiele vermischt dar!

13.2 Laß bei jedem Beispiel/Nicht-Beispiel von Schülern angeben, ob es sich um ein positives oder ein negatives Beispiel handelt, außerdem sollen möglichst S c h ü l e r die richtige Bezeichnung für den Begriff nennen.

13.3 Nach jeder richtigen oder falschen Antwort sollte der Schüler eine unmittelbare, vollständige und genaue Rückmeldung erhalten. Nach der Rückmeldung, daß eine Antwort falsch war, sollte der Schüler Gelegenheit bekommen, die richtige Antwort zu geben.

13.4 Nach der Rückmeldung auf eine Schülerantwort sollte hinreichend Zeit gelassen werden, bevor der Lehrer zum nächsten Beispiel übergeht.

13.5 Biete möglichst weitere positive Vertiefungsbeispiele und Negativ-Beispiele dar, die zunehmend mehr in ihren relevanten und irrelevanten Merkmalen variieren! Verfahre dabei wie bisher in der Vertiefungsphase!

5. Phase: Beurteilung des Unterrichts (Feststellung des Lehrerfolgs)

14. - 16. Konstruiere einen lehrzielbezogenen Nachtest und führe ihn durch; stelle fest, in welchem Ausmaß (bezogen auf den Vortest) ein Lernzuwachs bei den Schülern stattgefunden hat, der als Begriffserwerb zu werten ist.

(CLARK 1971, S. 262-264)

Im Gegensatz zu ähnlichen, meist weniger differenzierteren und weniger explizit begründeten Handlungsanweisungen in Lehrbüchern der Pädagogischen Psychologie (vgl. dazu McDONALD 1965, S. 188ff; DE CECCO 1968, S. 386f; KLAUSMEIER & RIPPLE 1975, S. 136ff), betrachtet CLARK ihre präskriptiven Aussagen prinzipiell als überprüfungsbedürftig (CLARK 1971, S. 255, 261) und sie diskutiert auch einige der Unterschiede zwischen Experimentalsituationen und konkreten Unterrichtsbedingungen (CLARK 1971, S. 254f).

Trotzdem ist die Frage zu stellen, ob, bzw. inwieweit diese Vorgehensweise der Ableitung präskriptiver Aussagen geeignet ist, Ergebnisse der experimentellen Psychologie für Lehrer nutzbar zu machen. Dabei soll zunächst das spezielle Vorgehen von CLARK bei der Ableitung der einzelnen Aussagen untersucht werden, um anschließend die Strategie der Ableitung von Handlungsanweisungen für den Unterricht aus allgemeinen, experimentell bestätigten psychologischen Aussagen in Frage zu stellen.

2.3.2 Zur Bedeutung experimenteller psychologischer Befunde für das Lehren von Begriffen im Unterricht

Die Leitidee des Beitrags von D.C. CLARK (1971) war, aus dem umfangreichen experimentellen Material der Psychologie des Begriffserwerbs ein möglichst vollständiges Modell des Lehrens und Lernens von Begriffen abzuleiten, welches dann allerdings noch einer Evaluation bedürfte.

Im Hinblick auf den Aufwand einer solchen Evaluierung (die die Autorin in Aussicht gestellt hat - vgl. CLARK 1971, S. 255) erscheint jedoch die Frage angebracht, ob diese Art der direkten Ableitung und Evaluierung eines detaillierten und relativ abgeschlossenen "Unterrichtsmodells" überhaupt zweckmäßig ist.

Zweifel sind zunächst begründet in der Diskrepanz zwischen dem prinzipiell anscheinend recht weit gefaßten Generalisierungsanspruch[25] einerseits und einer augenfällig restriktiven Auswahl vorgeschlagener Lehrverhaltensweisen andererseits:

> Diejenigen Anweisungen, die sich auf das Lehren eines Begriffs i.e.S. beziehen (Anweisungen 11.-13.) unterstellen, daß es sich jeweils um einen Begriff handelt, der
> - eine größere Anzahl Beispiele (und Nicht-Beispiele) umfaßt (vgl. Anw. 11.1, 11.5, 13.1, 13.2, 13.5),
> - die ihrerseits unmittelbar wahrnehmbar sind (vgl. Anw. 13.3) und
> - die alternativ-diskrete Merkmale aufweisen (vgl. Anw. 12.2).

25) Die Diskussion der Faktoren, die die externe Validität einschränken könnten, bleibt bei CLARK sehr allgemein; es ergeben sich keine Hinweise auf spezifische Einschränkungen der Generalisierbarkeit (vgl. CLARK 1971, S. 254f).

Dies bedingt entweder implizit eine starke Einschränkung der praktischen Anwendbarkeit (etwa auf einige wenige Lehrinhalte im Sachunterricht der Primarstufe), oder aber es wird ernsthaft eine Anpassung des Unterrichts an labormäßige experimentelle Bedingungen gefordert (vgl. NUTHALL & SNOOK 1973, S. 59; WEINERT 1973, S. 34; FREY 1973, S. 24f).

Die größte Schwierigkeit scheint darin zu bestehen, daß weitaus die Mehrzahl der experimentellen Studien zum Begriffserwerb sich nicht an Unterrichtssituationen orientiert hat, sondern eher auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Erwerbs und der Anwendung von Begriffen abzielte. Das kann sich dann so auswirken, daß im Unterricht möglicherweise sehr wirksame Variablenbeziehungen für nicht-existent gehalten werden, weil zum Zeitpunkt der Sekundäranalyse noch keine einschlägigen Befunde vorlagen. Bei der Ableitung eines relativ geschlossenen Lehrmodells besteht dann aber die Gefahr, daß Präskriptionen formuliert werden, die den entsprechenden Zusammenhang praktisch als nicht gegeben voraussetzen.

> So etwa läßt sich die Anweisung (7) interpretieren, die vorschreibt, daß Negativ-Beispiele untereinander möglichst ähnlich, im Vergleich zu den Positiv-Beispielen aber möglichst unähnlich sein sollen.
>
> Diese Handlungsanweisung wurde abgeleitet aus drei deskriptiven "statements" (Nr. 12, 13 und 16; vgl. CLARK 1971, S.258), die besagen, daß die Begriffsaneignung unter den genannten Bedingungen leichter (bzw. schneller) vonstatten geht. Ob aber stärker variierende Nicht-Beispiele nicht zu weniger Fehlern und zu korrekteren Anwendungen (Transfer) führen, war zum Zeitpunkt der Untersuchung von CLARK noch nicht erforscht (vgl. dazu Kap. 2.2.4, 2.2.5); die präskriptive Aussage enthält allerdings keine Differenzierung hinsichtlich des Lehrziels ("schnelle Aneignung" vs. "Transferwirksamkeit").

Gegen eine direkte Ableitung präskriptiver Aussagen aus experimentellen (labormäßigen) Untersuchungen zum Begriffserwerb sprechen somit zwei Fehlermöglichkeiten:

- Viele experimentelle Anordnungen weisen eine Reihe von Merkmalen auf, die im "normalen" Unterricht keine Entsprechung haben;
- eine Menge potentiell (sehr) relevanter Merkmale unterrichtlicher Situationen haben keine Entsprechung in experimentellen Anordnungen.

Das bedeutet, daß die meisten experimentellen Anordnungen zum Begriffserwerb Unterrichtssituationen, in denen Begriffe gelehrt und gelernt werden, nur sehr unzulänglich abbilden.

Die wichtigsten Unterschiede bzw. Forschungsdefizite scheinen folgende zu sein:

1. Es gibt kaum Untersuchungen über den Erwerb relational-stetiger Begriffe; diese sind jedoch in Lehrplänen und damit auch im Unterricht häufig vertreten (CLARK 1971, S. 254; GLASER 1968, S. 26f; CARROLL 1973, S. 123f).

   Ein Geographiebuch für das 5. Schuljahr[26] hebt bereits auf den ersten Seiten u.a. folgende Grundbegriffe explizit hervor: "Geoid", "Antipode", "Horizont", "Planet", "Äquator", "Dichtegebiet", "Weltstädte" usw.
   Ähnliche Beispiele finden sich im Sprachunterricht (grammatische Begriffe) und im Mathematikunterricht (Beispiele: "Nebenwinkel", "Ergänzungswinkel", "Teilmenge" usw.; vgl. Kap. 6.1.7).

2. Die meisten der vorliegenden Experimentalstudien beziehen sich auf Begriffe mit unmittelbar sensorisch wahrnehmbaren Merkmalen, während im Unterricht im allgemeinen abstraktiv verdichtete Begriffe überwiegen.

   Von den unter (1) genannten Begriffen hat lediglich "Geoid" unmittelbar sensorisch wahrnehmbare Merkmale.

   (Vgl. CLARK 1971, S. 255; GLASER 1968, S. 26f).

3. Im Unterricht handelt es sich meist um Begriffslernen, während die meisten experimentellen Studien Begriffsidentifikation erforscht haben:

   Offenbar läßt sich keines der unter (1) genannten Beispiele ohne verbale Definitionen und Erläuterungen im Sinn des Selektions- oder Rezeptionspradigmas lehren.

   (Vgl. CLARK 1971, S. 255; GLASER 1968, S. 26f; CARROLL 1973, S. 123f).

4. Ältere Untersuchungen schließen Bedingungen des verbalen Lernens (Definitionen, verbale Erläuterungen, Fragen usw.) in der Regel aus; - für Unterricht haben diese Faktoren geradezu konstitutive Bedeutung:

---

26) "Welt und Umwelt"-Geographie für die Sekundarstufe I (Lehrerausgabe), 1973, S. 5, 7, 11.

Deskriptive Daten aus der empirischen Unterrichtsforschung belegen, daß im "normalen", lehrergesteuerten Unterricht durchschnittlich etwa die Hälfte der Lehrer-Schüler-Interaktionen erklärende oder erläuternde (informierende) Lehrerbeiträge sind (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S.138ff); selbst ein entdeckenlassendes Lehrverfahren unterscheidet sich in der Regel hinsichtlich des Ausmaßes der Lehrer-Information bzw. durch steuernde Fragen von den üblichen Versuchs-Anordnungen bei Begriffslernexperimenten (vgl. NEBER 1973).

5. Bei den meist künstlichen Begriffen in experimentellen Studien handelt es sich in der Regel um isolierte Begriffe; in der Schule gelernte Begriffe stehen normalerweise in engem Zusammenhang mit anderen, die zum Teil als Lernvoraussetzungen notwendigerweise bereits früher erworben sein müssen.

   Als Belege können beliebige Lehrpläne dienen; bei allen verdichteten Begriffen sind Kenntnisse über die komplexen Merkmale logische und psychologische Voraussetzungen zum Erlernen des entsprechenden Begriffs (Beispiele nennt u.a. GAGNE 1973, S. 162, S. 208).

   (Vgl. CLARK 1971, S. 254f; GLASER 1968, S. 26f; CARROLL 1973, S. 123f).

6. Die Darbietung der Beispiele von Begriffen erfolgt im Unterricht oft "mehrkanalig" (visuell und auditiv; verbal und ikonisch); experimentelle Anordnungen sehen demgegenüber meist "einkanalige" Darbietungen vor:

   Obwohl nicht bekannt ist, in welchem Umfang im Unterricht Medien eingesetzt werden, sprechen unsystematische Erfahrungen dafür, daß zumindest Tafelbilder und -anschriebe sehr häufig verwendet werden; außerdem sind im naturwissenschaftlichen Unterricht Experimente und die Darbietung von Anschauungsmaterial wohl allgemein üblich.

   (Vgl. GLASER 1968, S. 26f; CARROLL 1973, S. 123f).

7. Lernkriterium in Begriffslernexperimenten ist meist die "Schnelligkeit" bzw. "Leichtigkeit" des Begriffserwerbs; Kriterien schulischen Lernerfolgs sind dagegen eher langfristiges Behalten, korrekte Anwendung und der Transfer auf neue Beispiele bzw. Nicht-Beispiele.

   Zumindest gelten langfristiges Behalten und Transfer als allgemeine Ziele unterrichtlicher Wissensvermittlung; Oberprüfungen des Lernerfolgs in regelmäßigen Abständen (Klassenarbeiten) sind gemeinhin vorgeschrieben.

   (Vgl. GLASER 1968, S. 26f; CARROLL 1973, S. 123f).

Da aufgrund der nicht hinreichend geklärten Generalisierbarkeit vorliegender empirischer Befunde einerseits und wegen des Fehlens experimenteller Untersuchungen, welche unterrichtsspezifische Variablenzusammenhänge beinhalten andererseits die Formulierung präskriptiver Aussagen für das Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht derzeit nicht vertretbar erscheint, liegt es nahe, zu fragen, welche Bedeutung der bisherigen empirischen Erforschung von Bedingungen und Wirkungen menschlichen Begriffserwerbs für die Erklärung von Prozessen des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht zukommt.

Wenn man grundsätzlich annimmt, daß die in Kap. 2 referierten Theorien und Befunde eine hinreichende interne Validität besitzen, dann lassen sich mindestens zwei verschiedene, alternative Forschungsaufgaben umreißen:

Eine Aufgabenstellung könnte darin bestehen, die externe Validität (Generalisierbarkeit) jener Theorien und Befunde im "realen" Unterricht experimentell zu prüfen; dabei könnte von den CLARKschen Präskriptionen (als Hypothesen) ausgegangen werden, die aufgrund neuerer Theorien und Befunde (ab 1970) entsprechend zu erweitern oder zu modifizieren wären.

Es scheint jedoch fraglich, ob der dazu erforderliche Aufwand jemals in einem angemessenen Verhältnis zu dem zu erwartenden "Ertrag" (im Sinne klarer Aussagen über die Generalisierbarkeit experimenteller Ergebnisse auf Unterricht) stehen wird, wenn man bereits im Vorhinein vermuten kann, daß

a) die Wirksamkeit der allgemeinen, unter kontrollierten Bedingungen aufgedeckten Variablenzusammenhänge im Unterricht in der Regel durch eine Vielzahl von anderen Variablen und Randbedingungen moderiert, verstärkt, abgeschwächt oder neutralisiert wird, und

b) die Variabilität möglicher wirksamer Bedingungen des Begriffserwerbs (etwa i.S.v. Lehrmaßnahmen) im Unterricht größer ist als der Bereich, den jene Variablen abbilden können.

Für diese Annahmen spricht, daß eine Vielzahl von Versuchen, allgemeinpsychologische Befunde unmittelbar auf Unterricht zu übertragen,insofern als gescheitert gelten kann, als die Ergebnisse entsprechender Untersuchungen regelmäßig nicht repliziert werden konnten (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974; BAUERSFELD 1977).

Als alternative Aufgabenstellung soll deshalb versucht werden, zunächst einen "Satz" von Variablen des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht zu "identifizieren", die geeignet sein sollten, unterschiedliche Lehrverhaltensweisen einerseits und die möglicherweise verschiedenartigen Lernprozesse andererseits erklärend aufeinander zu beziehen.

Ein derartiger "Satz" müßte auch solche Variablen umfassen, wie sie im Rahmen von Studien der "klassischen" Psychologie des Begriffserwerbs untersucht worden sind, da durchaus Unterrichtssituationen möglich sind, die den experimentellen Bedingungen wenigstens teilweise analog sind.[27)]

Darüber hinaus sind aber Variablen erforderlich, die sich auf (unterrichtsspezifische) Bedingungen von Prozessen der verbalen Informationsübermittlung und -verarbeitung beziehen:

Daß Informationen, verbale Erläuterungen, Aussagen über Merkmale usw. beim Begriffserwerb prinzipiell wirksam sein können, haben bereits die unter 2.2.6 referierten Untersuchungen gezeigt, die allerdings kaum Hinweise auf eine Theorie zur Erklärung verbalen Lernens beinhalten.

Da die konkreten Definitionen, Erklärungen und Aussagen aber stets Bestandteil bestimmter Lehrstoffe mit bestimmten Begriffen und Beziehungen zwischen Begriffen sind, wird es auch nötig sein,

---

27) Vgl. etwa das von BOGOJAWLENSKI & MENTSCHINSKAJA (1962, S. 222f) wiedergegebene Protokoll einer Unterrichtsepisode, in der die Schüler Gelegenheit haben, anhand unmittelbar sensorisch repräsentierter Beispiele und eines symbolisch repräsentierten Nicht-Beispiels die relevanten Merkmale des Begriffs "Frucht" herauszufiltern. Im Gegensatz zu den meisten Begriffslernexperimenten handelt es sich dabei allerdings nicht um einen isolierten Begriff ("Pflanze", "Samen" usw.); außerdem spielen - abgesehen von den aufmerksamkeitssteuernden Beiträgen des Lehrers - in einem derartigen (entdeckenlassenden) Unterricht auch Prozesse des Sprachverstehens eine Rolle: Wie z.B. lernen diejenigen Kinder, die nicht "an die Reihe kommen"?

entsprechende Unterschiede zwischen Lehrstoffstrukturen zu berücksichtigen.

Die nächste Teilaufgabe dieser Arbeit wird deshalb darin gesehen, solche Theorien bzw. Ansätze darzustellen, die explizit berücksichtigen, daß in der Schule zu lernende Begriffe häufig in engem Zusammenhang mit anderen Begriffen stehen und ferner, daß unterrichtliches Lernen zum großen Teil verbales Lernen ist.

2.3.3 Zusammenfassung (2.3)

Aufgrund einer Sekundäranalyse von über 200 experimentellen Arbeiten zum Begriffserwerb hat CLARK (1971) eine Reihe präskriptiver Aussagen für das Lehren von Begriffen im Unterricht abgeleitet.

In der Diskussion dieses Beitrags wird die Fruchtbarkeit einer solchen Vorgehensweise auch für den Fall in Frage gestellt, daß eine Evaluation der Präskriptionen im Unterricht unternommen werden sollte.

Als alternative Aufgabenstellung wird ins Auge gefaßt, zunächst Variablen zu identifizieren, die geeignet sein sollten, unterschiedliche Lehrverhaltensweisen einerseits und die entsprechenden Lernprozesse andererseits erklärend aufeinander zu beziehen.

Dies wären sowohl Variable, wie sie im Rahmen experimenteller Studien untersucht worden sind als auch solche, die sich auf Merkmale des jeweiligen Lehrstoffs und Bedingungen verbalen Lernens beziehen.

3. Lehrstoffstruktur und kognitive Struktur: Zur Analyse spezifischer, kognitiv bedeutsamer Variablen in Unterrichtsprozessen

Erklärungsmodelle für Lernen unter Unterrichtsbedingungen sind eine n o t w e n d i g e (allerdings nicht gleichzeitig auch hinreichende) Voraussetzung für die Entwicklung eines empiriefähigen Systems von Aussagen über Bedingungen und Wirkungen des Lehrens.

Beiträge der allgemeinen (Denk)Psychologie erwiesen sich dabei aber unter anderem schon deshalb als relativ unfruchtbar, weil einige anscheinend konstitutive Bedingungen unterrichtlichen Lernens lange Zeit kaum Gegenstand psychologischer Forschung waren (vgl. RESNICK 1976, S. 53ff).

Dies gilt insbesondere für den Bereich dessen, was eigentlich gelernt wird:

Während experimentelle ("Labor-")Untersuchungen fast ausschließlich Gesetzmäßigkeiten des Erwerbs einzelner Begriffe untersuchten, werden im Unterricht fast immer begriffliche Strukturen vermittelt, d.h. auf bestimmte Weise geordnete, untereinander in Beziehung stehende Begriffe.

Einen Ansatz, der Klassen von Lernaufgaben aufgrund einer Analyse der jeweils erforderlichen Lernvoraussetzungen definiert, wählte GAGNE (GAGNE 1973). Die Betonung von Lernvoraussetzungen i.S. bereits bewältigter Lernaufgaben führt zur Identifikation von Lernhierarchien (vgl. EIGLER 1976; GAGNE 1973, 1976; KLAUER 1974), deren Bedeutung vor allem in der Möglichkeit einer rationalen Planung von Lernsequenzen zu sehen ist.

GAGNE verzichtet weitgehend auf Lernprozesse betreffende Annahmen, soweit diese über Hypothesen bezüglich der Wirksamkeit von Lernvoraussetzungen hinausgehen; Aussagen über unterschiedliche Wirkungen der konkreten Informationsübermittlung im Unterricht sind damit nur begrenzt möglich.

Eine Theorie, die gerade die unterrichtsspezifische Art und Weise der Informationsübermittlung und ihre jeweiligen Bedingungen und Konsequenzen für die Informationsverarbeitung und -spei-

cherung seitens der Schüler beinhaltet, wurde von AUSUBEL (AUSUBEL 1974) ausgearbeitet.

AUSUBELs Theorie läßt prinzipiell (ihre empirische Gültigkeit vorausgesetzt) präskriptive Aussagen für das Lehrverhalten zu, die - im Gegensatz etwa zu CLARK (1971) - die Strukturierung des Lehrstoffs ausdrücklich einbeziehen.

Die wesentlichsten Variablen der AUSUBELschen Unterrichtspsychologie bedürfen jedoch einer jeweils lehrstoffspezifischen Operationalisierung; soll dies für Forschungszwecke geschehen, so bedarf es Instrumente zur Lehrstoffanalyse, die bestimmten methodologischen Kriterien genügen.

Da sich Kodiersysteme neuerer Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung und -speicherung für diesen Zweck als geeignet erwiesen haben, lag es nahe, der Frage nachzugehen, ob diese Modelle nicht selbst Beiträge zur Erklärung des verbalen Lernens komplexer Bedeutungen im Unterricht leisten könnten.

Obwohl die meisten dieser Modelle in einer Reihe von Einzelfragen noch verbesserungsbedürftig sind, gibt es inzwischen doch auch soviele Übereinstimmungen, daß begonnen werden kann, Anwendungs- bzw. Umsetzungsmöglichkeiten zu prüfen.

3.1 R.M.GAGNE: Lernvoraussetzungen und Lehrsequenzen

Ausgehend von der Fragestellung, welche internen und externen Voraussetzungen zum Erlernen bestimmter Fähigkeiten erforderlich sind, unterscheidet GAGNE acht "Lerntypen":

- Signallernen,
- Reiz-Reaktionslernen,
- Kettenbildung,
- Lernen sprachlicher Assoziationen,
- Diskriminierungslernen,
- Begriffslernen,
- Regellernen,
- Problemlösen.

GAGNE nimmt an, daß diese Lerntypen insofern eine hierarchische Ordnung bilden, als "höhere" Lerntypen (z.B. Regellernen und Problemlösen) jeweils "niedrigere" Lerntypen voraussetzen (vgl. GAGNE 1973, S. 59); derartige Ordnungsbeziehungen werden auch für "Fähigkeiten" innerhalb der Lerntypen "Begriffslernen", "Regellernen" und "Problemlösen" angenommen.

Für das Lehren und Lernen zusammenhängender begrifflicher Strukturen impliziert dies, daß die S e q u e n z des Lehrstoffs von besonderer Bedeutung ist.

Ein klar formuliertes Lehrziel vorausgesetzt, müßte es möglich sein, die angestrebte kognitive Fähigkeit so in untergeordnete Fähigkeiten aufzugliedern, daß vorausgesagt werden kann, daß eine bestimmte Gruppe untergeordneter Fähigkeiten positiven Transfer auf die jeweils übergeordneten Fähigkeiten erlaubt (vgl. GAGNE 1976); eine derartige Lehrstoffstrukturierung wird als Lernhierarchie bezeichnet.

In umgekehrter Reihenfolge - von untergeordneten Fähigkeiten zu komplexen, übergeordneten - ergeben sich dann im Hinblick auf das entsprechende Lehrziel mögliche Lehrsequenzen, deren relative Lernwirksamkeit durch empirische Untersuchungen schon mehrfach belegt werden konnte (vgl. GAGNE 1976, S. 292ff, S. 300f).

Da sich aus einer gegebenen Lernhierarchie die optimale Lehrsequenz nicht unmittelbar ableiten läßt, handelt es sich dabei

um eine Variable in Lehr-/Lernprozessen, die weiterer Untersuchungen bedarf. Dabei wäre es im Hinblick auf die Theoriebildung wohl zweckmäßig, sich an Vorstellungen über Prozesse der Informationsübermittlung und -verarbeitung zu orientieren, die bei unterschiedlich gearteten Lehrstoffsequentierungen wirksam werden.

Einen in dieser Hinsicht geeigneten Ansatz könnte AUSUBELs Theorie des unterrichtlichen Bedeutungslernens liefern.

3.2 D.P.AUSUBEL: Eine unterrichtsbezogene Theorie des verbalen Lernens von Bedeutungen

Ähnlich wie GAGNE betont auch AUSUBEL die Bedeutung interner Lernbedingungen im Sinne von Vorwissen (vgl. AUSUBEL 1974, S. 136ff); er begnügt sich jedoch nicht mit einem Black-box-Modell[28], sondern macht Annahmen über die internen Prozesse, die die Relevanz bereits im Gedächtnis eines Lernenden existierender Wissensstrukturen bedingen.

Beim verbalen Lernen von Bedeutungen (Begriffe, Regeln) können in vielen Fällen allgemeinere, umfassendere "Ideen" ("Ankerbegriffe") aktualisiert werden, unter die eine neue Bedeutung dann als Beispiel, Modifikation, Erweiterung oder Spezifizierung subsumiert werden kann (AUSUBEL 1974, S. 97).

Es können jedoch auch übergeordnete, allgemeinere Bedeutungen verbal neu gelernt werden, die z.B. bereits erworbene Vorstellungen oder Begriffe zu Elementen einer Klasse zusammenfassen.

Diese "Assimilation" resultiert jeweils in einer wechselseitigen Veränderung der neu zu erlernenden Bedeutungen und den entsprechenden Ankerbegriffen; derartige "assimilative" Wechselwirkungen können - meist in geringerem Ausmaß - auch gleichzeitig mit weiteren Ankerbegriffen auftreten. Ergebnis des Lernprozesses ist somit in jedem Fall ein neuer Gedankenkomplex, eine veränderte kognitive (Teil-)Struktur (vgl. AUSUBEL 1974, S. 98).

Weiter wird angenommen, daß Komplexe von aufeinander bezogenen Bedeutungen h i e r a r c h i s c h strukturiert gespeichert werden, wobei an der Spitze der Hierarchie jeweils die allgemeineren, umfassenderen und hinsichtlich längerfristigen Behaltens stabileren "Ideen" stehen, denen immer speziellere Bedeutungen untergeordnet sind (AUSUBEL 1974, S. 99).

AUSUBEL vermutet eine allgemeine Tendenz der gedächtnismäßigen Speicherung, untergeordnete Bedeutungen eher zu vergessen; d.h. die allgemeinen, übergeordneten Bedeutungen lassen sich mit der Zeit immer weniger gut auflösen ("dissoziieren"), so daß spezifisches Detailwissen - wenn es nicht oft überlernt wird - weniger

---

28) Auch GAGNE macht in späteren Veröffentlichungen einige pragmatische Annahmen; zum Teil bezieht er sich dabei ausdrücklich auf AUSUBEL (vgl. GAGNE 1976, S. 302f).

gut erinnerbar ist als allgemeinere, abstraktere Inhalte (AUSUBEL 1974, S. 100ff).

Eine derartige "auslöschende" Subsumption tritt insbesondere dann häufig auf, wenn beim Lernen eine "derivative Subsumption" stattgefunden hat, d.h. wenn neues Lernmaterial als spezifisches Beispiel eines bereits bekannten Begriffs gelernt wird und durch diesen Begriff selbst bereits hinreichend repräsentiert wird.

Bei "korrelativer Subsumption" dagegen wird der Ankerbegriff oder die verankernde Struktur selbst sehr viel stärker modifiziert, spezifiziert oder erweitert[29].

Generell gilt aber auch dabei der Trend zu "auslöschender Subsumption" (vgl. AUSUBEL 1974, S. 109ff).

Wenn langfristiges und transferwirksames Behalten ein allgemeines Ziel des Lehrens sein soll, so bedeutet das auf der Grundlage der AUSUBELschen Theorie, daß es darauf ankommen muß, einerseits neue Lehrinhalte angemessen in der bestehenden kognitiven Struktur der Schüler zu "verankern" und andererseits die Auflösbarkeit der Lehrinhalte soweit als möglich und zweckmäßig zu erhalten.

AUSUBEL schlägt hierzu mehrere Maßnahmen für die Darbietung der Lehrinhalte vor, deren hypothetische Wirksamkeit aus der Theorie hergeleitet werden kann:

- (Einleitende) Organisationshilfen ("Advance Organizers"),
- Progressive Differenzierung,
- Integrative Verknüpfung,
- Sequentielle Organisation,
- Verfestigung des Gelernten.

3.2.1 Einleitende Organisationshilfen

Einleitende Organisationshilfen ("Advance Organizers") bestehen in der möglichst klaren, deutlichen Darbietung allgemeiner, umfassender Konzepte oder Aussagen, die geeignet sind, den nach-

---

29) Als Beispiel "derivativer Subsumption" könnte bei jüngeren Schülern etwa die Information, daß Meerschweinchen Säugetiere sind gelten. Daß Wale und Robben Säuger sind, könnte dagegen eine "korrelative Subsumption" implizieren, da diese Information vermutlich das bisherige Konzept von Säugern verändern wird.

folgenden eigentlichen Lehrinhalt zu bereits Bekanntem in Beziehung zu setzen oder ein "Gerüst" für die Verankerung der Lehrinhalte zu liefern (vgl. AUSUBEL 1974, S. 159f; AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 145).

Solche Organisationshilfen können verschiedener Art sein:

Bei völlig unvertrautem Lernmaterial werden "erklärende Organisationshilfen" ("expository organizers") empfohlen, deren Funktion vor allem darin besteht, die Lücke zwischen dem bestehenden Wissen und dem neuen Lernmaterial zu überbrücken, indem an existierenden allgemeinen Vorstellungen und Erfahrungen angeknüpft wird um den neuen Lehrinhalt auf sehr allgemeinem Niveau plausibel und verstehbar zu machen.

Bei Lehrinhalten aus einem bereits vertrauten Bereich werden dagegen eher "vergleichende Organisationshilfen" empfohlen, um einerseits die neuen Bedeutungen mit einschlägigen vertrauten Konzepten zu verknüpfen und andererseits durch die kontrastierende Gegenüberstellung die Unterscheidbarkeit (Auflösbarkeit) zwischen bereits gelernten und neuen Inhalten zu verbessern (vgl. AUSUBEL 1974, S. 160f; AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 146f).

Generell sind Organisationshilfen dann angebracht, wenn geeignete Ankerbegriffe seitens der Schüler entweder gar nicht verfügbar scheinen oder ihre Relevanz vermutlich nicht erkannt wird (vgl. AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 145).

3.2.2 Progressive Differenzierung

Mit den Annahmen, daß die differenzierten und spezielleren Aspekte eines Lehrinhalts leichter verstanden und behalten werden, wenn die allgemeinen Konzepte und Zusammenhänge bereits erfaßt sind einerseits, und daß kognitive Strukturen prinzipiell hierarchisch strukturiert sind andererseits, wird der Vorschlag begründet, bei der Darbietung von Lehrinhalten stets - auch bei jedem Unterthema - zunächst die allgemeineren und umfassenderen Konzepte einzuführen und diese dann nach und nach zu differenzieren und zu spezifizieren. Analog zur Funktion einleitender Organisationshilfen soll so auch bei jedem Unterthema des Lernmaterials

bei den Schülern ein Ideengerüst verfügbar sein, das die Verankerung und damit das Behalten der spezielleren Information erlaubt und fördert (vgl. AUSUBEL 1974, S. 164ff; AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 167ff).

3.2.3 Integrative Verknüpfung ("integrative reconciliation")

"Integrative Verknüpfung" bedeutet die Verknüpfung ähnlicher oder verschiedener Konzepte oder Aussagen innerhalb des gesamten Lehrinhalts.

Als Lehrmaßnahme (etwa im Sinne von Rück- oder Querverweisen) eingesetzt, soll die integrative Verknüpfung zwei Funktionen erfüllen:

Zum einen sollen durch Querverweise einander ähnliche Konzepte unter verschiedenen übergeordneten Bedeutungen subsumiert werden können und zum anderen sollen unterschiedliche Inhalte voneinander abgegrenzt werden können, damit unverwünschte Interferenzen verhindert werden und die Unterscheidbarkeit der einzelnen Aussagen erhalten bleibt. Letzteres gilt insbesondere für parallel organisierte Lehrinhalte, z.B. für die Vermittlung einander widersprechender Theorien, die "nebeneinander" verfügbar sein sollen (AUSUBEL 1974, S. 167ff; AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 169ff).

3.2.4 Sequentielle Organisation

Die Verfügbarkeit relevanter Ankerbegriffe läßt sich leichter erreichen, wenn die sachlogischen Abhängigkeiten im Sinne der GAGNEschen Lernhierarchie ausgenutzt werden.

Bei einer Lehrstoffsequentierung, die stets die internen Lernvoraussetzungen berücksichtigt, müßte sich relativ leicht an vorausgegangenen Lehrinhalten anknüpfen lassen (AUSUBEL 1974, S. 170ff; AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 170f).

3.2.5 Verfestigung ("Consolidation")

Die sequentielle Organisation - soll sie ihre Funktion erfüllen - setzt voraus, daß jeweils vorangehende Lernaufgaben vom Schüler bewältigt wurden und hinreichend klar und stabil organisiert sind. Neue Inhalte sollten daher nicht eher eingeführt werden, bevor nicht alle vorausgehenden und vorauszusetzenden Schritte gründlich beherrscht werden.

Dies kann erreicht werden durch häufige Oberprüfung, Rückmeldung, Verbesserung, Verdeutlichung, Obungen mit unterschiedlichem Aufgabenmaterial und Wiederholungen, so daß die entsprechenden Inhalte von den Schülern überlernt werden.

Ferner soll Transfer möglichst bewußt geübt werden und auf Transferierbarkeit ausdrücklich hingewiesen werden (vgl. AUSUBEL 1974, S. 172f, S. 174; AUSUBEL & ROBINSON 1969, S. 171f).

3.2.6 Zur empirischen Bewährung der Theorie AUSUBELs

AUSUBELs Theorie des verbalen Lernens von Bedeutungen und der gedächtnismäßigen Speicherung scheint prinzipiell mit einer Reihe von älteren empirischen Befunden über Gedächtnisphänomene verträglich zu sein (vgl. AUSUBEL 1974, S. 106, 114ff).

Eigens angelegte Untersuchungen zur Oberprüfung einzelner theoretischer Aussagen beschränken sich jedoch anscheinend im wesentlichen auf die Wirksamkeit von Organisationshilfen ("Advance Organizers").

Eine Sekundäranalyse von 32 experimentellen Studien zur Effektivität einleitender Organisationshilfen (BARNES & CLAWSON 1975) führt 12 Untersuchungen an, die deren Wirksamkeit - teilweise differentiell - bestätigen; diesen stehen jedoch 20 Studien gegenüber, die die Effektivität von Organisationshilfen im Sinne der AUSUBELschen Konzeption nicht stützen.

Auch eine Gruppierung der einzelnen Untersuchungen hinsichtlich verschiedener möglicher intervenierender Variablen (Dauer des "treatments", intellektuelle Leistungsfähigkeit der Vpn, Lehr-

inhalt, Alter bzw. Klassenstufe der Vpn, Art der Organisationshilfe, Lehrzielstufe; vgl. BARNES & CLAWSON 1975, S. 647ff) erlaubt nicht den Schluß, daß wenigstens bestimmte differentielle Effekte - etwa AUSUBELs Vermutung, daß intellektuell weniger leistungsfähige Schüler mehr von Organisationshilfen profitieren als leistungsfähigere (AUSUBEL 1974, S. 147) - als hinreichend belegt gelten können: Einigen bestätigenden Untersuchungen stehen meist mehrere gegenüber, die denselben Effekt nicht bestätigen konnten.

Aus diesen widersprüchlichen Befunden folgt allerdings auch nicht zwingend, daß AUSUBELs Theorie widerlegt wäre.

In einer kritischen Erwiderung auf das zitierte Sammelreferat von BARNES und CLAWSON wird die Auffassung vertreten, daß AUSUBELs deskriptive und präskriptive Aussagen letztlich noch gar nicht hinsichtlich ihrer Effektivität oder Nicht-Effektivität global überprüfbar sind, weil die Struktur und die differentielle Wirkungsweise von einleitenden Organisationshilfen zunächst weiter erforscht werden müßten (LAWTON & WANSKA 1977, S. 241ff).

Auch BARNES und CLAWSON scheinen letztlich ähnlicher Ansicht zu sein, da sie am Ende ihrer Analysen eine Reihe von Empfehlungen und Postulaten für die weitere Erforschung von "Advance Organizers" vorlegen. Zu ihren wichtigsten Forderungen zählt die operationale Definition von einleitenden Organisationshilfen (BARNES & CLAWSON 1975, S. 653ff).

Tatsächlich gibt AUSUBEL anscheinend an keiner Stelle hinreichend eindeutige und technisch umsetzbare Hinweise für die Konstruktion von "Advance Organizers" (das gilt analog auch für "Progressive Differenzierung" und "Integrative Verknüpfung"; es handelt sich stets lediglich um Aussagen über die Funktion, die potentielle Wirkungsweise, sowie einige daraus abgeleitete Merkmale wie z.B. die größere Allgemeinheit und der höhere Abstraktionsgrad im Vergleich zu den entsprechenden Lehrinhalten.

Diese Forderung nach Operationalisierung einleitender Organisationshilfen - für "Progressive Differenzierung" und "Integrative Verknüpfung" gilt prinzipiell das gleiche - ist jedoch un-

möglich ohne Bezugnahme auf Merkmale des jeweiligen Lehrinhalts.

Das setzt allerdings eine A n a l y s e von L e h r - i n h a l t e n voraus, für die es geeigneter Instrumente bedarf.

3.3 Zur Analyse von Lehrinhalten

Die Berücksichtigung von Lernhierarchien durch bestimmte Sequentierungen des Lehrstoffs impliziert stets Klassifikationen des Lehrstoffs; GAGNEs Lernarten lassen sich so als Lehrstoffkategorien im Sinne einer Makroanalyse interpretieren (KLAUER 1974, S. 132, 144ff).

Eine Analyse von Lehrstoffen bzw. Lehrinhalten[30] zum Zweck der Operationalisierung von Lehrmaßnahmen wie "Advance Organizer", "Progressive Differenzierung" und "Integrative Verknüpfung" müßte allerdings die Lehrinhalte weiter in einzelne Elemente und Relationen zwischen diesen Elementen zerlegen; sie bedarf somit einer Mikroanalyse der Lehrinhalte (vgl. KLAUER 1974, S. 93ff, 141ff).

Die Entwicklung spezieller Verfahren hierzu dient insbesondere dem Zweck, Lehrinhalte bzw. Lehrinhaltsstrukturen möglichst t e x t i n v a r i a n t abzubilden, d.h. eine von bestimmten Formulierungen unabhängige, eindeutige Beschreibung von Bedeutungen zu ermöglichen (vgl. KLAUER 1974, S. 95).

Ein Verfahren zur Lehrstoffanalyse auf der Grundlage eines Codiersystems, das sich an Konventionen und Regeln der formalen Logik anlehnt,hat SCHOTT (1975) vorgestellt.

Dieses Verfahren erlaubt u.a. Ähnlichkeitsvergleiche von Lehrstoffen und kann bei der Konstruktion und Evaluation von Lehrzielen einen Beitrag zur Präzisierung leisten (vgl. SCHOTT 1975, S. 14ff; KLAUER 1974, S. 104ff).

Zur textinvarianten Abbildung von Lehrinhalten eignen sich jedoch auch Kodiersysteme, die entwickelt wurden im Rahmen von Modellen zur Erforschung komplexer menschlicher Informationsverarbeitung und -speicherung (vgl. KLAUER 1974, 137ff); solche Modelle mit geeigneten Notationssystemen stammen etwa von RUMELHART et al. (1972) und von KINTSCH (1974).

---

30) Zur Unterscheidung Lehrstoff - Lehrinhalt - Lehrziel: Beim L e h r i n h a l t "handelt es sich ... um die Gegenstände, mit denen der Lernende etwas tun können soll, oder um die Struktur, die der Lernende internalisieren soll. .. Fügt man ... zum Lehrinhalt hinzu, was der Lernende damit anfangen soll, so erhält man den Lehrstoff. Fügt man zum Lehrstoff den angestrebten Kompetenzgrad hinzu, so erhält man ein Lehrziel." (KLAUER (1974, S. 45; Hervorhebungen vom Autor).

3.3.1 Lehrstoffanalyse nach SCHOTT (1975)

In Anlehnung an die formale Logik definiert SCHOTT eine normierte Sprache, bestehend aus Elementen und Relationen, wobei die Elemente ihrerseits aus Elementen und Relationen zusammengesetzt sein können (vgl. SCHOTT 1975, S. 46f).

Zur Analyse von "Sachverhalten" ist es jeweils nötig, die zur Beschreibung erforderlichen "Bausteine" (Elemente und Relationen) aufzulisten; eine solche Liste wird als "Lexikon" bezeichnet.

Aus den Bausteinen des Lexikons werden Aussagen gebildet, und diese wiederum zur Abbildung des analysierten Gesamttextes verknüpft.

Spezifisch für die Analyse von Lehrstoffen ist die Einführung von Operationen, die es erlauben, die Änderung von Ausgangszuständen (Wissensstand eines Schülers) in die angestrebten Endzustände ("Lehrstoff") abzubilden.

Derart formalisierte Lehrstoffe lassen sich auf unterschiedliche Weise darstellen: als Menge von Elementen und Relationen, als Strukturgraph, oder als Aussagen in kodierter Form (vgl. SCHOTT 1975; KLAUER 1974, S. 97ff).

Beispiel I:

Aussage ("Sachverhalt"): "Ein Winkel ist eine Teilmenge der Ebene."

Lexikon:

a_1: Winkel

a_2: Ebene

R_1: ist Teilmenge von (Relation)

Aussage in kodierter Form:

$a_1\ R_1\ a_2$ oder $R_1(a_1\ a_2)$

Ein komplexeres Beispiel ist auf Seite 83 zusammengestellt.

Beispiel II zum Lehrstoffanalyseverfahren von SCHOTT (nach KLAUER 1974, S. 97ff):

Sachverhalt: "Die Sonnenstrahlen treffen auf die Wasseroberfläche und erwärmen sie. Dadurch steigen Billionen unsichtbarer kleiner Wasserteilchen in die Luft und bilden Wasserdampf. Man sagt: Das Wasser verdunstet. Wenn viel Wasserdampf in der Luft steckt, ist sie feucht. Umgekehrt ist es bei trockener Luft."

Lexikon:

a_1: Sonnenstrahlen	a_2: Wasseroberfläche
a_3: unsichtb.kl.Wasserteilchen	a_4: Luft
a_5: Wasserdampf	a_6: Wasser
R_1: ...treffen auf...	R_2: ...erwärmen...
R_3: Billionen von...	R_4: ...steigen in...
R_5: ...bilden...	R_6: ...verdunsten...
R_7: ...ist trocken	R_8: viel von...
$\overline{R_x}$: nicht R_x	$=:$ ...ist gleich bedeutend mit...
$\xrightarrow{u}$: ...ist Ursache von...	$\longrightarrow$: wenn..., dann...

Darstellung in "Normalform":

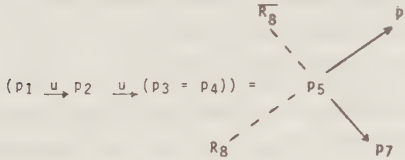
$$(a_1R_1a_2 \xrightarrow{u} a_1R_2a_2 \xrightarrow{u} (R_3a_3R_4a_4 = R_3a_3R_5a_5)) = a_6R_6$$

$$R_8a_6\ R_6 \longrightarrow a_4\overline{R_7}$$

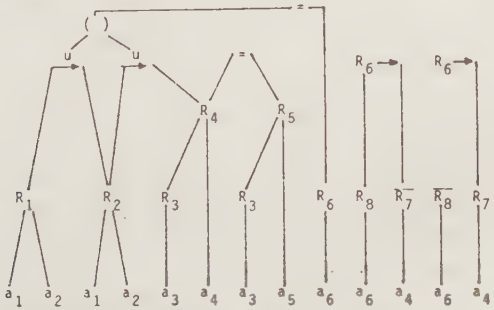
$$\overline{R_8}a_6\ R_6 \longrightarrow a_4R_7$$

Verkürzte Strukturdarstellung:

Die einzelnen ein- oder mehrstelligen Relationen heißen zusammen mit den entsprechenden Argumenten "Sätze" (P_1). Es gelten folgende Zuordnungen: $p_1 = a_1R_1a_2$; $p_2 = a_1R_2a_2$; $p_3 = R_3a_3R_4a_4$; $p_4 = R_3a_3R_5a_5$; $p_5 = a_6R_6$; $p_6 = a_4R_7$; $p_7 = a_4\overline{R_7}$.



Darstellung als Strukturgraph:



Darstellung als Mengen von Elementen (E) und Relationen (R):

$$\mathbb{L} = \mathbb{E}\ \mathbb{R}$$

$$\mathbb{E} = \{a_1, a_2, a_1, a_2, a_3, a_4, a_3, a_5, a_6, a_6, a_4, a_6, a_4\}$$

$$\mathbb{R} = \{(, R_1, \longrightarrow, R_2, \longrightarrow, R_3^*, R_4, =, R_3^*, R_5,), =, R_6^*, R_8^*, R_6^*, \longrightarrow, \overline{R_7}^*, \overline{R_8}^*, \longrightarrow, R_6^*, R_7^*\}$$

Eine Möglichkeit der Quantifizierung von Lehrinhalten besteht nun darin, die Anzahl verschiedener Bestandteile eines Lexikons zu bestimmen und die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Elemente und Relationen auszuzählen.

Aufgrund des Verhältnisses der Anzahl verschiedener Lexikonbestandteile zur Gesamtzahl aller Elemente und Relationen läßt sich nun ein von KLAUER vorgeschlagenes "Verfilzungsmaß V" bestimmen:

$$V = 1 - \frac{\text{Anzahl verschiedener Lexikonbestandteile}}{\text{Gesamtzahl vorkommender Elemente und Relationen}}$$

(vgl. KLAUER 1974, S. 104ff).

Da zum Beispiel ein extrem niedriges Ausmaß an "Verfilzung" geringe Redundanz und wenig Querverweise, Verknüpfungen und Wiederholungen impliziert, handelt es sich bei "Verfilzung" um ein Merkmal von Lehrstoffen, das in Verbindung mit geeigneten lerntheoretischen Annahmen eine möglicherweise bedeutsame Variable zur (teilweisen) Erklärung von Lehreffektivität darstellt.

Ein Nachteil des Kodierungssystems von SCHOTT ist sicherlich der hohe Grad an Formalisierung, der erhebliche "Kosten" (im Sinne von Kodier- und Analyse-Aufwand) bedingt.

Kodiersysteme, die im Rahmen von Modellen der Organisation des menschlichen Langzeitgedächtnisses entwickelt wurden, sind zum Teil einfacher zu handhaben.

3.3.2 Das Kodiersystem nach RUMELHART et al. (1972)

RUMELHART, LINDSAY und NORMAN (1972) entwickelten ein Kodiersystem zur Abbildung der Organisation von Bedeutungen im menschlichen Langzeitspeicher (LZS). Dabei können im Unterschied zum SCHOTTschen Kodierverfahren die Begriffe und vor allem die Relationen statt durch Symbole auch durch die übliche Wortbezeichnung wiedergegeben werden, wodurch zumindest die Dekodierung von Aussagen sehr viel leichter fällt.

Für die Darstellung von Inhalten (Bedeutungen) bevorzugen RUMELHART et al. eine bestimmte Art von Strukturgraphen (Netzwerk-Darstellung); dabei entsprechen den "Knoten" (Verzweigungspunkten) in der Regel Begriffe, während die "Kanten" (Pfeile) in der Regel die Relationen zwischen den Begriffen symbolisieren.

Die Aussage: "Ein Winkel ist eine Teilmenge der Ebene." ließe sich wie folgt darstellen (Abb. 4):

oder

Teilmenge von (Winkel, Ebene).

Abb. 4: Kodierung einer einfachen Aussage nach dem LNR-Schema

Eine etwas komplexere Aussage ist in Abbildung 5, Seite 86 dargestellt.

Dabei (Abb. 5) wird unterschieden zwischen Klassenbegriffen (durch Rechtecke symbolisiert) wie z.B. "Winkel" und der Verwendung der Bezeichnung eines Begriffs für ein spezielles Beispiel dieses Begriffs (z.B. "dieser Winkel"; durch spitze Klammern symbolisiert). RUMELHART et al. (1972) sprechen von "primären" und "sekundären Knoten" (vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 207f).

Ein Vorteil der graphischen Darstellung liegt offensichtlich in der Möglichkeit, praktisch alle Verknüpfungen (Relationen) zwischen einer gegebenen Menge von Begriffen simultan darzustellen. AEBLI (1976) schlägt sogar vor, derartige Netzwerkdarstellungen - mit möglichst wenig Symbolik - u.U. direkt im Unterricht (etwa als Tafelbild oder auf OH-Folie) einzusetzen (AEBLI 1976, S. 195f, 199f).

Die Darstellung eines bestimmten Lehrinhalts als Netzwerk von Begriffen und Relationen erlaubt darüber hinaus eine Abbildung der Darbietung des Lehrinhalts als sukzessive Rekonstruktion des Netzes: Ein Lehrer wird normalerweise bei irgendeinem Begriff,

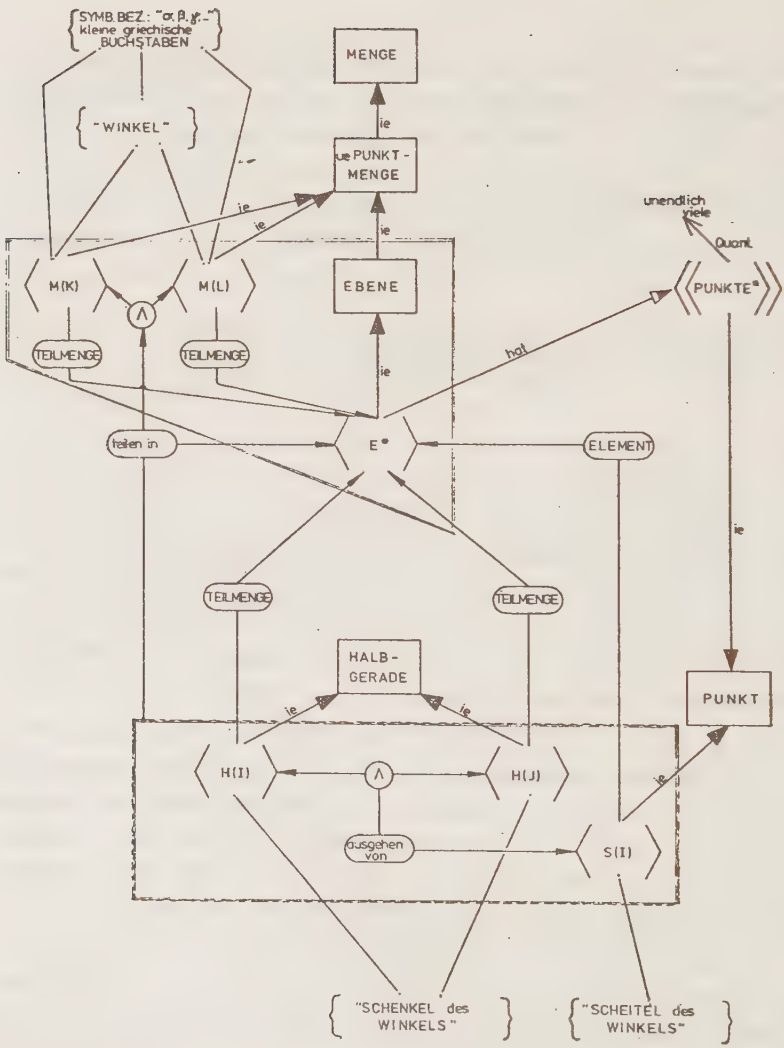


Abb. 5: Darstellung der Aussage
"Zwei Halbgeraden h_1 und h_2, die von einem Punkt S ausgehen, teilen die Ebene E in zwei Teilmengen. Diese Teilmengen nennt man Winkel; sie werden durch kleine griechische Buchstaben symbolisiert. h_1 und h_2 heißen dann "Schenkel des Winkels", der Punkt S heißt "Scheitel des Winkels" (einschließlich einiger darin implizierter Relationen) nach dem Notationssystem von RUMELHART et al. (1972) (leicht modifiziert)
Es bedeuten:
Rechtecke: Klassenbegriffe ("primäre Knoten")
Spitze Klammer: Beispiele eines Begriffs ("sekundäre Knoten")
Geschweifte Klammern: Bezeichnungen, Wörter, Symbole

einem konkreten Objekt oder einer Aussage beginnen und daran anknüpfend neue Begriffe oder neue Relationen zwischen Begriffen einführen (vgl. AEBLI 1976, S. 205f, 298ff).

Wenn es gelänge, auf solche Art die Sequentierung von Lehrinhalten im konkreten Unterricht abzubilden, dann wäre dies gleichzeitig ein Verfahren, Variable wie "Advance Organizer", "Progressive Differenzierung" und "Integrative Verknüpfung" wenigstens deskriptiv präziser zu erfassen und damit einer Operationalisierung näherzubringen:

> Es könnten auf diese Weise Fragen beantwortet werden wie: Sind die zuerst eingeführten Begriffe allgemeiner und abstrakter? In welcher Beziehung stehen sie zu den später eingeführten Begriffen? Zwischen welchen Begriffen oder Teilstrukturen werden welche Beziehungen hergestellt?

3.3.3 Das Kodiersystem nach KINTSCH (1974)

Ein noch einfacher handhabbares Kodiersystem verwendet KINTSCH (1974; vgl. auch KLAUER 1974, S. 139f) im Rahmen seines Modells zur Repräsentation von Bedeutungen im (semantischen) Gedächtnis. KINTSCH bevorzugt eine "lineare" Darstellung, deren Vorteil darin liegt, daß zusammenhängende "Aussagen" ("Propositionen") leichter als solche erkennbar sind.

Unterschieden werden im wesentlichen nur Elemente und Relationen, wobei die häufig vorkommenden Relationen "ist ein" oder "ist/sind" nicht dargestellt werden und sonst stets die Relation und dann die entsprechenden Argumente aneinandergereiht werden.

Die universelle Anwendbarkeit dieses Systems beruht auf zwei weiteren Regeln:

a) Propositionen können durch einfache Klammerung gegebenenfalls mehrfach verschachtelt werden.
   Z.B.:
   1. "Der Mann ist alt" : (ALT, MANN)
   2. "Der Mann trinkt Tee" : (TRINKEN, MANN, TEE)
   3. "Der alte Mann trinkt Tee" : (TRINKEN, (ALT) MANN, TEE)

b) Propositionen können als Argumente von Relationen eingesetzt werden; in diesem Fall wird die entsprechende Proposition durch ein Symbol ersetzt, das jeweils explizit vereinbart wird.
Z.B.:

1. "Der alte Mann ist krank" : ((KRANK, (ALT)MANN)=1)
2. "Der alte Mann trinkt Tee" : ((TRINKEN,(ALT)MANN, TEE)=2)
3. "Der alte Mann trinkt Tee weil er krank ist" : (WEIL, 1,2)

(Vgl. KLAUER 1974, S. 139f; KINTSCH 1974, S. 13, 18f).

In ähnlicher Weise können Propositionen auch durch Konjunktionen (und, oder, wenn - dann) verbunden werden.

Wegen der relativ leichten En- und Dekodierbarkeit von Lehrinhalten nach diesem System würde es sich insbesondere dann empfehlen, wenn viele Aussagen zu kodieren sind: Etwa größere Lehrbuchtexte oder alle lehrinhaltsbezogenen Aussagen einer protokollierten Unterrichtsstunde.

Darüber hinaus scheinen die Notationssysteme von RUMELHART et al. (1972) einerseits und KINTSCH (1974) andererseits relativ problemlos wechselseitig ineinander zu transformieren, so daß beide - je nach Ziel und Zweck der Anwendung - auch zusammen verwendet werden können.

3.3.4 Zur Verknüpfung von Lehrinhaltsanalyse und Modellen kognitiver Strukturen

Die Kodierung von Lehrinhalten mit Hilfe der zitierten Analyseverfahren sollte es erlauben, Variable wie "Advance Organizer", "Progressive Differenzierung" und "Integrative Verknüpfung" zu präzisieren und wenigstens ansatzweise zu operationalisieren:

Bei entsprechender Lehrinhaltsanalyse müßte z.B. ein geeigneter Strukturgraph erkennen lassen, welche Konzepte allgemeiner sind als andere, und "Progressive Differenzierung" und "Integra-

tive Verknüpfung" müßte sich als eine bestimmte Menge von Durchlaufwegen des jeweiligen Netzes definieren lassen.

Einen Ansatz dieser Art hat DÖRNER (1975, 1977) vorgeschlagen:

DÖRNER bildet einen möglichen Lehrinhalt aus dem Bereich der Chemie ("Ammoniaksynthese") derart in einem dreidimensionalen Strukturgraphen ab, daß die Oberbegriff-Unterbegriff-Relationen ("ist ein") eine Dimension bildet, Teil-Ganzes-Relationen ("besteht aus") eine zweite Dimension und verschiedene zeitliche, räumliche und raumzeitliche Relationen die dritte Dimension bilden (s. Abb. 6).

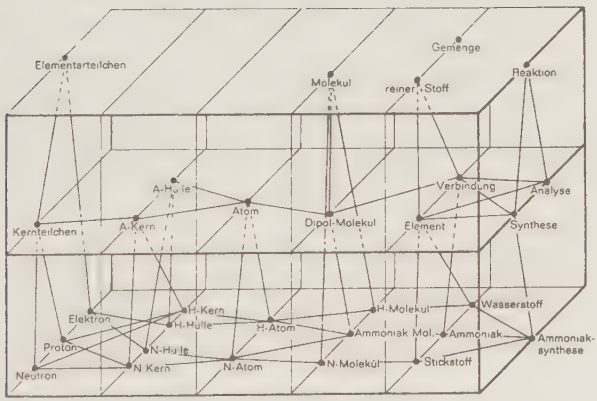


Abb. 6: Beispiel einer Lehrinhaltsstruktur nach DÖRNER (1975, S. 88): "Ammoniaksynthese"

Die Oberbegriff-Unterbegriff-Dimension wird als Abstraktheitshierarchie bezeichnet, die Teil-Ganzes-Dimension als Komplexionshierarchie.

Die Darbietung des entsprechenden Lehrinhalts im Unterricht ließe sich nun ebenfalls als Durchlaufen dieses Netzwerkes abbilden. Offensichtlich sind dabei prinzipiell ganz verschiedene Durchlaufmöglichkeiten (Darbietungsformen) gegeben (vgl. DÖRNER 1975, S. 87ff), von denen sicherlich nicht alle gleich zweckmäßig und effektiv sein dürften: Dies wäre empirisch zu klären.

Die Verwendung der Notationssysteme von RUMELHART et al. (1972) und KINTSCH (1974) haben darüber hinaus den Vorteil, daß sie eng verknüpft sind mit theoretischen Annahmen über die Verarbeitung und Speicherung von Informationen, wie sie auch Lehrinhalte darstellen. Solche Annahmen betreffen aber zum Teil bestimmte Merkmale von (Lehr-)Inhalten bzw. ihrer Struktur.

Damit stellt sich aber die Frage, ob diese Modelle bereits soweit entwickelt sind, daß sich aus der jeweiligen Modellkonzeption oder sogar entsprechenden empirischen Untersuchungen hypothetisch relevante Variable oder Variablenzusammenhänge für das Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht herleiten lassen.

3.4 Zur Repräsentation der Verarbeitung und Speicherung zusammenhängender Lehrinhalte im Gedächtnis: Modellvorstellungen und empirische Befunde

3.4.1 Einige allgemeine Aspekte der Gedächtnispsychologie

Eine der wesentlichsten Zielvorstellungen bei der Vermittlung begrifflicher Lehrstoffe ist in der Regel die dauerhafte Anwendbarkeit des im Unterricht erworbenen Wissens, auch und gerade auf solche Sachverhalte, die in der Schule niemals ausdrücklich behandelt oder auch nur erwähnt worden sind.

Angestrebt wird also der Aufbau dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Organisationsformen ("kognitive Struktur").

Bei der Analyse solcher Gedächtnisstrukturen und -prozesse ist in der neueren Psychologie des Gedächtnisses die heuristisch zweckmäßige Unterscheidung eines episodischen und eines semantischen Langzeitspeichers (LZS) üblich (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S.87f.; RUMELHART 1977, S. 221).

> Dieser Unterscheidung entsprechend umfaßt das semantische Gedächtnis das gesamte (abstrakte) begriffliche Wissen eines Individuums " von der Welt", während das episodische Gedächtnis spezielle, einzigartige Ereignisse ("Erlebnisse"), die ein Individuum erfahren hat oder die ihm mitgeteilt wurden umfaßt (vgl. RUMELHART 1977, S. 221, 281).

Die Unterscheidung ist insofern vor allem von heuristischem Wert, als die Annahme fester Speicher, die bei Informationsverarbeitungsprozessen in einer bestimmten Sequenz durchlaufen werden, in Anbetracht widersprüchlicher empirischer Befunde derzeit kaum aufrechterhalten werden kann, zumal eine Sichtweise, die eher den Aspekt von "Stufen der (informationellen) Verarbeitung" ("levels of processing") betont, mit empirischen Befunden eher kompatibel erscheint (vgl. CRAIK & LOCKHART 1972 , S.675ff; BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 78ff, 84ff, 95ff).

Dies gilt in gleicher Weise auch für alle traditionellen Mehrspeichermodelle, also auch für die Unterscheidung von Ultrakurzzeitspeicher (UKZS), Kurzzeitspeicher (KZS) und Langzeitspeicher (LZS) , sofern mit diesen verschiedenen Speicherinstanzen Annahmen über spezifische, voneinander abgrenzbare Prozesse verbunden werden.

Der "levels-of-processing"-Ansatz geht davon aus, daß die von einem Rezipienten aufgenommenen Informationen (Reize) eine Folge von Analyseprozessen "durchlaufen", die nach einem Kriterium der "Verarbeitungstiefe" beurteilt werden können.

Das K o n t i n u u m der Verarbeitungstiefe reicht von ("oberflächigen") sensorischen Verarbeitungsprozessen bis zu ("tiefen") semantischen-kognitiven Elaborationsprozessen.

"Gedächtnisspuren" werden dabei als Nebenprodukte dieser Analyse- bzw. Verarbeitungsprozesse betrachtet. Die Behaltensdauer ist dieser Sichtweise zufolge eine Funktion unterschiedlicher Prozesse des Memorierens einerseits, sowie des Verarbeitungsniveaus, das erreicht worden ist, wenn die entsprechenden Informationen nicht mehr memoriert werden, andererseits: Je "tiefer" - in Richtung auf semantische Verarbeitungsprozesse - das Verarbeitungsniveau, umso länger sollten die Resultate der Verarbeitung verfügbar bleiben.

Faktoren, die die Verarbeitungstiefe beeinflussen, sind u.a.

- die Intensität des Reizes,
- der Grad der Aufmerksamkeit, die dem Reiz zugewendet wird,
- die für die Analyseprozesse verfügbare Zeit und
- die Vertrautheit oder Bedeutsamkeit des Reizes für den Rezipienten.

Dem Rezipienten bereits vertraute und für ihn bedeutsame Reize sollen schon nach kurzer Verarbeitungszeit ein "tiefes" Verarbeitungsniveau erreichen können (vgl. CRAIK & LOCKHART 1972, S. 675ff; CRAIK 1973; BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 95ff).

> Wenn dennoch von bestimmten Speicherstrukturen gesprochen wird, so dient dies eher der Organisation des Forschungsfeldes, um bestimmte Stadien der Informationsverarbeitung vorläufig gegeneinander abzugrenzen; es wird dabei jedoch stets anerkannt, daß die Obergänge zwischen derartigen "Speichern" fließend sind, bzw. daß unterschiedlich benannte "Speicher" lediglich die entgegengesetzten Endpunkte von Kontinua bezeichnen (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 95ff, 114ff).

Obwohl auch die episodische Speicherung (die auch die subjektive Wahrnehmung der jeweiligen Lern- oder Unterrichtsepisode, einschließlich der affektiven Anteile umfaßt) für die Unterrichtsforschung von erheblichem Interesse sein müßte, wird hier zunächst

nur das semantische Gedächtnis berücksichtigt, also das hauptsächlich begrifflich organisierte "Wissen von der Welt".

DÖRNER (1975, 1977) unterscheidet f u n k t i o n e l l innerhalb der kognitiven Struktur eine epistemische (ES) und eine heuristische Struktur (HS), wobei der ES das begriffliche Wissen im engeren Sinne zugerechnet wird, während die HS das Repertoire an Denkoperationen umfaßt, die beim Problemlösen auf das in der ES gespeicherte Wissen angewendet werden können (vgl. DÖRNER 1975, S. 86). Dieser Unterscheidung zufolge ist im folgenden in der Regel die epistemische Struktur gemeint, wenn vom semantischen Gedächtnis gesprochen wird.

Eine der Grundfragen der Theoriebildung im Bereich der Gedächtnispsychologie betrifft die Art der Kodierung und der Verknüpfung von Konzepten im Gedächtnis. Umstritten ist vor allem die Rolle bildhafter Vorstellungen ("images"):

Obwohl die subjektive Realität von Vorstellungsbildern allgemein anerkannt wird, bleibt die Frage, ob im semantischen Gedächtnis das Wissen ausschließlich durch abstrakte Propositionen bzw. propositionale "Beschreibungen" visueller Informationen oder auch direkt durch "Vorstellungsbilder" repräsentiert wird (Imagery-Hypothese).

Sicherlich sind Vorstellungsbilder in keinem Fall als "sensorische Rohdaten", sondern als Produkte einer aktiven Verarbeitung visueller Informationen gespeichert. Ob es sich dabei aber um die gleiche Repräsentationsform handelt wie bei verbaler, "linguistischer" Information, scheint derzeit nicht entscheidbar (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 116).

Allen Modellvorstellungen zum semantischen Gedächtnis ist gemeinsam, daß sie die Bedeutung von Begriffen durch spezifische Relationen zu anderen Begriffen festlegen (BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 108).

Ein großer Teil solcher Modelle stellt Inhalte des semantischen Gedächtnisses als Netzwerke von Begriffen ("Knoten") und Beziehungen (Relationen) zwischen den Begriffen dar (so COLLINS & QUILLIAN 1969; RUMELHART et al. 1972 und als Weiterentwicklung NORMAN & RUMELHART 1975; ANDERSON & BOWER 1973, Weiterentwicklung ANDERSON 1976; als Sonderfall kann KINTSCH 1974 betrachtet werden; vgl. auch BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 108ff).

Dabei wird häufig angenommen, daß ein Rezipient nicht nur (passiv) isolierte Aussagen oder Bedeutungseinheiten aufnimmt und verarbeitet, sondern aktiv Beziehungen zwischen getrennt dargebotenen Informationen bzw. zwischen dargebotenen und bereits gespeicherten Informationen sucht oder konstruiert, eventuell Folgerungen aus aufgenommenen Informationen zieht und diese in die bestehende kognitive Struktur einarbeitet (vgl. KINTSCH et al. 1975; ANDERSON 1976; BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 119, 137f). Die letztlich gespeicherte Bedeutungsstruktur ist damit nicht nur eine Funktion derjenigen Informationen, die effektiv aufgenommen wurden, sondern auch abhängig von den zum Zeitpunkt der Informationsaufnahme vorhandenen kognitiven Strukturen.

Daß unter bestimmten Bedingungen auch geeignete visuelle Informationen die Reproduktionsleistungen eines Textes beeinflussen können, zeigten BRANSFORD & JOHNSON (1972):

> Die Darbietung eines etwas komplizierten Textes nach der eines Bildes, welches die im Text dargestellte Situation adäquat wiedergab, resultierte in besseren Reproduktionsleistungen als
> a) die ausschließliche Darbietung des Textes und
> b) die vorherige Darbietung eines Bildes, das zwar die gleichen Objekte und Personen darstellte, jedoch nicht in der dem Text entsprechenden Situation.
>
> Der die Reproduktionsleistung fördernde Effekt blieb auch dann aus, wenn das textadäquate Bild erst nach der Darbietung des Textes vorgelegt wurde. Daraus kann geschlossen werden, daß der die Reproduktion fördernde Effekt der Rezeptions- und Speicherungsphase zuzuordnen ist. Möglicherweise besteht eine Beziehung zwischen diesen Ergebnissen und AUSUBELs Konzept der "Advance Organizer" (s. Kap. 3.2), wobei aber weiterhin zu klären bleibt, unter welchen Bedingungen eine wie auch immer geartete Strukturierungshilfe effektiv ist und wann nicht (vgl. BRANSFORD & JOHNSON 1972; BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 138ff).

Die Reproduktion von "Gedächtnisinhalten" wird in der Tradition von BARTLETT (1932) eher als (elaborative) Rekonstruktion denn als einfache Wiedergabe festgelegter Gedächtniseinheiten interpretiert[31].

> Trotz einiger Einschränkungen hinsichtlich der Grundlage der ursprünglichen Konstruktionshypothese BARTLETTs (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 135) belegen insbesondere Untersuchungen von BRANSFORD und Mitarbeitern (BRANSFORD & FRANKS 1972; BRANSFORD & JOHNSON 1973; BRANSFORD & McCARRELL

31) Vgl. auch PIAGET et al. 1968 (1976, S. 224).

1974), daß integrierte, ganzheitliche "Ideeneinheiten" konstruiert werden, die (irgendwie) zueinander passende Informationen umfassen, welche durchaus zu ganz verschiedenen Zeitpunkten aufgenommen sein können.

Als Konsequenz solcher Prozesse kann eine Person mehr "erinnern" als ihr tatsächlich zu einem bestimmten Zeitpunkt dargeboten wurde (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 137f).

Im Hinblick auf den möglichen Nutzen für die Identifizierung potentiell relevanter Variablen des Lehrens und Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht sollen im folgenden die Grundkonzeptionen der beiden Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung und -speicherung skizziert werden, deren Notationsverfahren bereits als Instrumente zur Lehrstoffanalyse vorgestellt wurden.

3.4.2 Zum LNR - Modell[32)]

Das bereits oben (3.3.2) kurz dargestellte Notationssystem ist einer ersten Version des Modells von RUMELHART, LINDSAY und NORMAN (1972) entnommen.

Ziel dieser Forschergruppe ist die Konstruktion eines Modells der Gedächtnisstruktur, welches in der Lage ist, verbale Informationen zu enkodieren, auf angemessene Weise zu repräsentieren und möglichst viele kognitive Verarbeitungsprozesse zu vollziehen (vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 200).

Der Ansatz orientiert sich methodologisch sowohl am Paradigma der "Künstlichen Intelligenz" ("Artificial Intelligence"), als auch an psychologischer Theoriebildung (vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 200f; ANDERSON 1976, S. 55f), d.h. es wird versucht, ein Computerprogramm zu entwickeln, das sprachliche Information so aufnehmen und verarbeiten kann, daß das Resultat des Verarbeitungsprozesses entsprechendem menschlichen Verhalten nahekommt. Anders als bei reinen "artificial intelligence"-Ansätzen,

---

32) Mit dem von P.H. LINDSAY, D.A. NORMAN und D.E. RUMELHART entwickelten Gedächtnismodell befassen sich inzwischen mindestens 12 weitere Forscher, die sich als "LNR Research Group" bezeichnen; vgl. die entsprechende Liste in NORMAN & RUMELHART (1975, S. XV).

sollen die Verarbeitungsmechanismen jedoch nicht beliebig gewählt werden können, sondern gleichzeitig als Repräsentation psychologischer Mechanismen plausibel sein. Andererseits handelt es sich jedoch auch nicht um ein explizites Prozeßmodell, dessen Konstrukte quantitative Vergleiche mit menschlichen Leistungen gestatten (vgl. ANDERSON 1976, S. 56).

RUMELHART et al. (1972) unterscheiden drei Kategorien von Informationen, die in einem Gedächtnis gespeichert sind:

- Begriffe ("concepts"),
- Ereignisse ("events") und
- Episoden ("episodes");

im folgenden sollen jedoch lediglich die Repräsentationen der Enkodierung und Verarbeitung begrifflicher Informationen[33] im LNR-Modell dargestellt werden.

Bei der graphischen Darstellung von Bedeutungszusammenhängen als Netzwerk werden Begriffe als Knoten, die Relationen zwischen den Begriffen als gerichtete und inhaltlich spezifizierte Pfeile repräsentiert. Begriffe ("Knoten") sind in erster Linie durch drei funktionale Beziehungen gekennzeichnet:

1. Die Klasse, zu der ein Begriff gehört (Oberbegriff):

   "IST-EIN"-Relation;

   z.B. "Ein Meerschweinchen ist ein Tier."
   Kodierung:

   Meerschweinchen —IST-EIN→ Tier

2. "Unterbegriffe" oder Beispiele, bzw. Beispielklassen eines Begriffs; dies entspricht der Umkehrung der IST-EIN-Relation.

3. Die Eigenschaften oder Merkmale eines Begriffs.
   Dabei werden qualitative Merkmale und Teile unterschieden,
   z.B. a) "Ein Meerschweinchen ist gefräßig."
   Kodierung:

   Meerschweinchen —IST→ gefräßig.

---

33) Diese umfassen Begriffe (im engeren Sinn) und Ereignisse. Ereignisse werden sprachlich in der Regel durch Sätze, deren Prädikat ein Verb ist, ausgedrückt.

b) "Ein Auto hat einen Motor."

Kodierung:

Auto ——HAT——► Motor.

(vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 203f).

Der Tatsache, daß Bezeichnungen von Begriffen sowohl für abstrakte Klassen von Objekten als auch für bestimmte Objekte verwendet werden, wird durch die Unterscheidung von "Knoten erster Art" und "Knoten zweiter Art" Rechnung getragen:

"Knoten erster Art" repräsentieren abstrakte Begriffe ("Meerschweinchen", "Auto", "Motor", "fressen"), während "Knoten zweiter Art" bestimmte Objekte, Zustände oder Ereignisse darstellen ("dieses Meerschweinchen", "dieses Auto").

Beispiel:

"Das Meerschweinchen frißt die Mohrrübe."

Kodierung:

(Die "bestimmten" Objekte sind durch eckige Klammern repräsentiert; die das Ereignis konstituierende Relation durch einen Kreis).

Explizit formuliert wird in diesem Beispiel der Sachverhalt dargestellt, daß

- "Etwas" (v_1), welches ein Meerschweinchen ist (abstrakter Begriff),
- "Mit etwas (anderem)" (v_2), welches eine Mohrrübe ist,
- "etwas tut" (R_1), was zur Kategorie "Fressen" gehört (vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 207f, 216ff7).

Die prinzipiell ebenfalls mögliche "lineare" Kodierung der gleichen Aussage hätte die Form:

R_1 (v_1, v_2) bzw.

*FRESSEN (*MEERSCHWEINCHEN, *MOHRRÜBE)

(Die Sternchen kennzeichnen dabei jeweils, daß es sich um bestimmte Objekte bzw. Handlungen handelt und nicht um die abstrakten Begriffe.)

3.4.2.1 Verarbeitungsprozesse und Konstrukte im LNR-Modell

Im LNR-Modell lassen sich sowohl Prozesse der Generalisierung und Diskriminierung als auch der Erwerb neuer Konzepte durch die Verknüpfung neuer (sprachlich vermittelter) Information mit bereits vorhandenen Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen abbilden.

Dazu sind weitere Modellelemente erforderlich, die in Tabelle 2 dargestellt und erläutert werden:

Tab. 2: Elemente des Kodierungssystems von RUMELHART et al. (1972, S. 213; hier aus: KLAUER 1974, S. 138)

Ausdruck	Symbol	Definition	Beispiel
Begriff	C	Name oder Beschreibung eines Objektes, Ereignisses oder einer Klasse von Objekten	John, Bill, Stock
Aussagen-konjunktion	Pconj	Irgendein Element aus der Menge der Verknüpfungen, die zwischen Aussagen stehen können. Die einfachen Konjunktionen (siehe unten) sind eine Teilmenge davon	wenn, und, weil, dann, oder
Einfache Konjunktion	Conj	Die logischen Konjunktoren	und, oder
Präpositionaler Operator	P (v)	Ein Operator, der auf Raum- oder Zeitbegriffe angewandt wird, um neue Raum- oder Zeitbegriffe zu bilden, und zwar definiert mit Bezug auf Grundbegriffe	vor (Mittag) unter (Wasser)
Relationaler Operator	O/	Ein Operator, der auf Relationen und andere Operatoren angewandt wird, um neue Relationen oder Operatoren zu erzeugen	sehr / groß langsam / gehen
Aussage	Prop	Eine geordnete Menge von Begriffen und die Relation, die sie verknüpft, oder auch eine Verknüpfung von Sätzen	schlagen [John, Ball, Stock]
Qualifikator	Q (v)	Ein Operator, der auf Begriffe angewandt wird, um neue Begriffe zu bilden mit den Eigenschaften, die der Qualifikator bezeichnet	groß (Ball) rot (Ballon)
Quantifikator	≠ (v)	Ein Operator, der auf Begriffe angewandt wird, um neue Begriffe zu bilden, die die Quantität oder Anzahl der ursprünglichen Begriffsklasse ausdrücken	viele (Hund) zwei (Ei)
Relation	R [v_1,...,v_n]	Der Name der Verknüpfungen, die zwischen Mengen von Begriffen bestehen können	schlagen [Akteur, Objekt, Instrument]
Variable	v_j, x_i	Ein Symbol, das irgendwelche Elemente aus einer Menge von Begrif-	R [v_1,...,v_n]

Der Erwerb neuer Begriffe - auf der Grundlage bereits vorhandener - ist in diesem System durch verschiedene Prozesse möglich:

1. Anwendung eines Qualifikationsoperators ("Qualifikator") auf ein bereits bestehendes Konzept.
   Beispiel: LAMM = JUNG(SCHAF); die Bedeutung des neuen Begriffs "Lamm" läßt sich einführen durch die Anwendung des (bereits bekannten) Qualifikators "jung" auf den (bereits bekannten) Begriff "Schaf".

2. Anwendung eines Quantifikationsoperators ("Quantifikator") auf ein bereits gespeichertes Konzept.
   Beispiel: TRIO = DREI(SÄNGER)

3. Anwendung präpositionaler Operatoren:
   Neue räumliche oder zeitliche Begriffe können durch Anwendung präpositionaler Operatoren auf vorhandene Grundbegriffe erworben werden; z.B. der Begriff "Nachmittag" durch Verknüpfung des präpositionalen Operators "nach" mit dem Zeitbegriff "Mittag".

4. Verknüpfung von Begriffen durch Konjunktionen:
   Beispiel: ELTERN = UND (VATER, MUTTER)

5. Verknüpfung von Begriffen zu Aussagen (Propositionen):
   Aussagen ("Propositionen") sind geordnete Mengen von Begriffen, die durch eine bestimmte Relation verknüpft sind. Eine Aussage kann jeweils wie ein spezieller Begriff behandelt werden und somit können auch Mengen von Aussagen wieder zu abstrakteren Aussagen verknüpft werden.
   Zum Beispiel läßt sich eine bestimmte Menge von Aussagen über spezielle finanzielle Entscheidungen und Transaktionen zu dem Begriff "(an der Börse) spekulieren" zusammenfassen.[34)]
   Beispiel: FOTTERN = GEBEN (TIERE, FUTTER).
   (vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 217ff).

---

34) Es handelt sich dabei um eine abstraktive Verdichtung bzw. Verkürzung im Sinne von KLIX (s. 2.1.4.2 bzw. 2.1.4.3, S. 19f).

Die G e n e r a l i s i e r u n g von Begriffen wird durch eine Generalisierungsprozedur repräsentiert:

Wenn das System eine Menge von Begriffen erworben hat, die gleiche "IST-EIN"-Relationen und wenigstens zum Teil gleiche Merkmalbeziehungen aufweisen, so bildet es (an einem nicht näher bestimmten "kritischen Punkt") allgemeine Aussagen derart, daß Merkmale, die allen (Unter)begriffen gemeinsam sind, zu Merkmalen des - bis dahin zumindest teilweise noch bedeutungsleeren - Oberbegriffs werden.

Beispiel: a) "Ein Star ist ein Vogel; er ist grau, hat Federn, Flügel; kann fliegen und frißt Insekten, Würmer oder Körner."

b) "Eine Krähe ist ein Vogel, sie ist schwarz, hat Federn, Flügel; kann fliegen und frißt kleine Tiere oder Körner."

c) "Ein Bussard ist ein Vogel; er ist grau/braun, hat Federn und Flügel; kann fliegen und frißt kleine Tiere."

d) "Ein Kakadu ist ein Vogel; er ist weiß oder gelb oder bunt; hat Federn, und Flügel; er kann fliegen und frißt Körner."

Sind die Aussagen (a) - (d) im Gedächtnis gespeichert, so wäre eine Generalisierungsprozedur möglich, derzufolge die Merkmale "hat Federn", "hat Flügel" und "kann fliegen" mit dem bis dahin bedeutungsleeren Knoten "Vogel" verknüpft werden. Ist diese Generalisierungsprozedur abgeschlossen, und das System erfährt, daß ein Kanarienvogel ein gelber Vogel ist, so "weiß" es von da an auch, daß ein Kanarienvogel Federn und Flügel hat und fliegen kann; der neue Knoten "Kanarienvogel" muß also lediglich durch eine "IST-EIN"-Relation mit dem Knoten "Vogel" verbunden werden und die spezifische Merkmalrelation "ist gelb" muß aufgebaut werden.

Die Annahme einer derartigen hierarchischen Begriffsstruktur, bei der mit den jeweils untergeordneten Begriffen ("Knoten") nur die spezifischen Merkmale direkt verknüpft sind, während die

allgemeineren, klassenstiftenden Merkmale den übergeordneten Konzepten zugeordnet sind, konnten COLLINS & QUILLIAN in einer Reaktionslatenzzeit-Untersuchung experimentell stützen (vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 228f, 232; COLLINS & QUILLIAN 1969).

Eine D i f f e r e n z i e r u n g b e g r i f f l i c h e r S t r u k t u r e n findet dann statt, wenn Informationen aufgenommen werden, die mit gespeicherten Begriffszusammenhängen in Konflikt stehen; eine Differenzierung bewirkt eine Re-Strukturierung. Die neu entstehende Begriffsstruktur kann nun davon abhängig sein, in welcher Reihenfolge das System die entsprechenden neuen Informationen aufnimmt.

Wurde z.B. die oben angeführte Struktur ("Vogel" ...) gebildet, und es wird nun die Information eingegeben, daß ein Pinguin ein Vogel ist, so "weiß" das System, daß ein Pinguin fliegen kann. Erfährt es dann aber, daß dies nicht der Fall ist, so muß die "widersprüchliche" Information als spezifisches Merkmal "kann nicht fliegen" mit dem Knoten Pinguin gewissermaßen als ausdrückliche Ausnahme verknüpft werden (s. Abb. 7a; vgl. RUMELHART et al. 1972, S. 229ff).

Wäre dagegen gleich gelernt worden, daß unter anderem auch Pinguine Vögel sind, diese aber nicht fliegen können, so wäre eine stärker differenzierte Begriffsstruktur "Vögel" aufgebaut worden, bei der die allgemeine Kategorie "Vögel" in zwei Unterklassen geteilt wäre: Vögel, die fliegen können und Vögel, die nicht fliegen können (s. Abb. 7b).

Je nach Abrufbedingungen müßten solchermaßen verschiedene Begriffsstrukturen zu unterschiedlichen Ergebnissen beim Erinnern oder Rekonstruieren der entsprechenden Informationen führen. Im Rahmen des LNR-Modells wäre demnach die Sequenz der zu lernenden Inhalte ebenfalls eine relevante Variable.

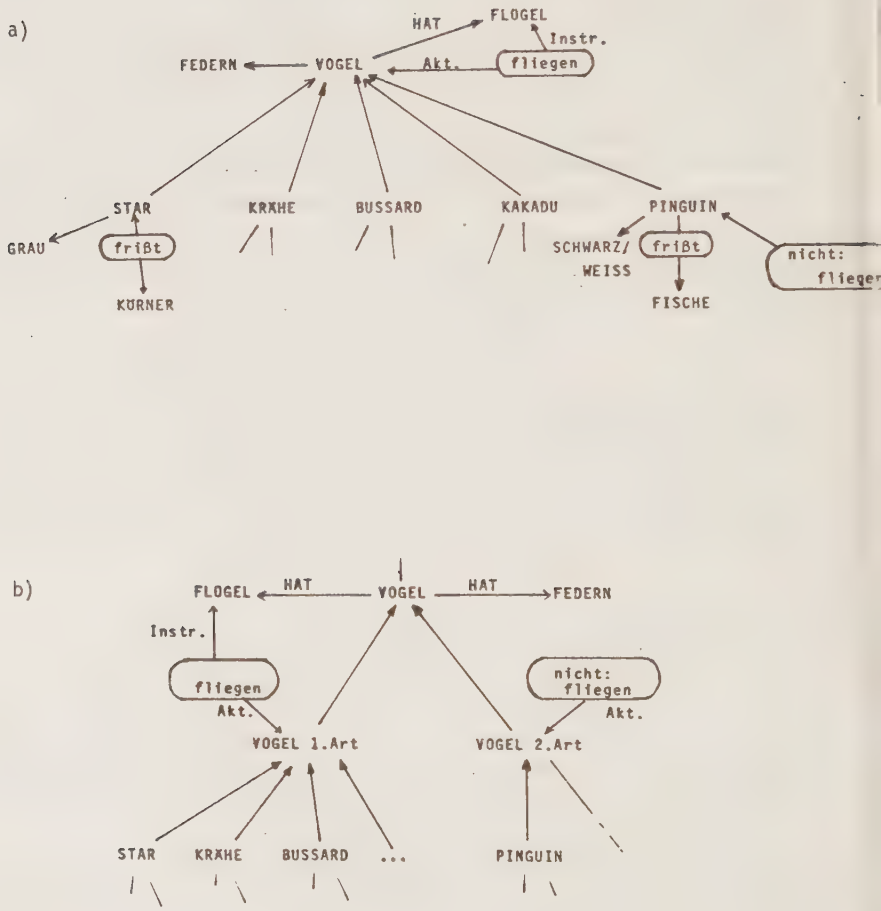


Abb. 7: Unterschiedlich differenzierte Begriffsstruktur im LNR - Modell (Erläuterungen im Text).

3.4.2.2 Modifikationen des Modells

Das LNR-Modell in seiner ursprünglichen Fassung erfuhr im Verlaufe der Forschungsarbeiten einige wesentliche Modifikationen, die NORMAN, RUMELHART et al. zusammen mit ersten empirischen Forschungsberichten 1975 veröffentlichten (NORMAN & RUMELHART 1975).

Relativ stark geändert wurde u.a. die Repräsentation(Modellannahmen) von Tätigkeiten bzw. Ereignissen ("Verben"); aber auch bei der Repräsentation von Klassenbegriffen wurden Änderungen vorgenommen, die einem inzwischen fortgeschrittenen Erkenntnisstand der Psychologie des Begriffserwerbs Rechnung tragen sollten.

Es wurde versucht, das Modell Befunden aus dem Forschungsgebiet "Unscharfe Begriffe" bzw. "Prototypische Begriffe" anzupassen; dies bedeutete vor allem, daß begriffliche Strukturen nicht mehr in jedem Fall als klare Unterbegriff-Oberbegriff-Hierarchien repräsentiert werden. Begriffe können auch als "Prototypen" repräsentiert werden, denen eine Menge von Merkmalen zugeordnet ist, und je nach Vorhandensein bzw. Ausprägung dieser Merkmale wird ein Objekt als mehr oder weniger gutes Beispiel des Begriffs erkannt (vgl. NORMAN & RUMELHART 1975, S. 59ff).

Welche Auswirkungen sich daraus für die Verarbeitungsprozeduren des Modells ergeben haben, wird allerdings nicht recht deutlich.

3.4.2.3 Zur Validität des LNR-Modells

Inwieweit das LNR-Modell als Theorie Validität beanspruchen kann, ist schwer zu beurteilen:

Obwohl eine Reihe von Experimenten unternommen wurden, um aus dem Modell ableitbare Vorhersagen zu prüfen (vgl. NORMAN & RUMELHART 1975, Kap. 9-12), bleibt der Stellenwert dieser Experimente unklar, da auch andere alternative Modelle zu gleichen

Vorhersagen kommen (vgl. ANDERSON 1976, S. 66ff).

H i e r speziell interessierende Implikationen der Repräsentation begrifflicher Strukturen im Sinne des LNR-Modells wurden anscheinend noch nicht geprüft, so daß konkrete Anwendungen oder auch Ableitungen (außer von Hypothesen) aus diesem Modell in Bezug auf Unterrichtssituationen zur Zeit nicht geraten erscheinen.

Einige spezielle Ansätze zu Weiterentwicklungen des Modells in Richtung auf die Erfassung, Verarbeitung und Rekonstruktion größerer, zusammenhängender Informationseinheiten beim Textlernen ("Funktionale Schemata"; vgl. NORMAN & RUMELHART 1975, S. 406f; RUMELHART 1975) einerseits sowie erste Versuche einer Verknüpfung des Modells mit Lehr-/Lernsituationen (vgl. NORMAN et al. 1976) andererseits sollten jedoch Anlaß sein, die Fortentwicklung des LNR-Modells seitens einer kognitionspsychologisch orientierten Unterrichtsforschung aufmerksam weiterzuverfolgen.

3.4.3 KINTSCHs Theorie der Repräsentation von Bedeutungen im Gedächtnis

KINTSCHs Grundannahme ist, daß im semantischen Gedächtnis P r o p o s i t i o n e n als grundlegende Bedeutungseinheiten gespeichert werden.

Propositionen sind geordnete Mengen von Begriffen (nicht die sie repräsentierenden Wörter), deren Zusammenhang durch einen Prädikator festgelegt ist. Die einzelnen Begriffe selbst können sowohl "prototypische" als auch wohldefinierte Bedeutungseinheiten sein – beide Möglichkeiten sind ausdrücklich vorgesehen.

Ein zusammenhängender Text (geschrieben oder gesprochen) wird als eine Liste miteinander verbundener Propositionen, die sog. "Textbasis" repräsentiert. Die Verbindung der einzelnen Propositionen ist dadurch gegeben, daß identische Argumente in verschiedenen Propositionen stets eine identische Bedeutung haben.

Beispiel: Text: "Als der Einbrecher das Gelände betrat, biß ihn der kleine Hund."

Textbasis:

1 (BETRETEN, EINBRECHER, GELÄNDE)
2 (BEISSEN, HUND, EINBRECHER)
3 (KLEIN, HUND)
4 (ALS, 1, 2)

Als Argumente in den Propositionen können auch andere Propositionen verwendet werden, so daß Verschachtelungen verschiedener Ordnung möglich sind.

Innerhalb einer Textbasis läßt sich eine Ordnungsstruktur derart definieren, daß eine Proposition, die ein Argument enthält, das bereits in einer anderen Proposition enthalten war, der letzteren untergeordnet ist. Jede Textbasis ist somit zumindest teilweise hierarchisch strukturiert.

Inhaltlich wird die Textbasis als die (längerfristig) im Gedächtnis verbleibende Repräsentation der Bedeutung eines Textes interpretiert, die aus den Prozessen der Informationsaufnahme (Rezeption) und -verarbeitung (Verstehen) resultiert.

Auf der Grundlage einer Textbasis können dann durch Anwendung verschiedener Operatoren verschiedene Informationsverarbeitungsmechanismen modelliert werden, so z.B. deduktives Schließen, Analogieschlüsse, Komplex-Ergänzungen, Generalisierungen u.ä. (vgl. KINTSCH 1974, S. 26ff, 31ff, 39ff).

KINTSCHs Modell beruht nicht auf Computersimulationen: Sein Ziel sind aus einem möglichst präzise formulierten Prozeß-Modell abgeleitete Aussagen, die dann experimentell geprüft werden können, um so das Modell zu validieren oder im Sinne einer Anpassung an tatsächliches menschliches Verhalten zu modifizieren.

Inzwischen liegen bereits mehrere Experimente vor, deren Ergebnisse mit einigen spezifischen nicht-trivialen Modellannahmen übereinstimmen:

a) KINTSCH kann zeigen, daß die Zeit, die zum (verständigen) Lesen eines zusammenhängenden Textes benötigt wird, als eine

Funktion der Anzahl der Propositionen im Text (UV) interpretiert werden kann; bei Texten mit gleicher Anzahl Wörtern war die Lesezeit umso länger, je mehr Propositionen ein Text enthielt (KINTSCH 1976, S. 94f; KINTSCH et al. 1975).

b) Die Interpretation dieser mehrfach replizierten Ergebnisse (KINTSCH 1976, S. 94) im Sinne des Modells wird noch bestärkt durch ein weiteres Resultat: Zwischen der Anzahl erinnerter Propositionen und der benötigten Lesezeit des Textes scheint ein linearer Zusammenhang zu bestehen: Je zusätzlicher erinnerter Proposition wurden im Mittel 1.26 sec mehr Lesezeit benötigt; insgesamt ließen sich etwa 25 % der Lesezeitvarianz durch die Variable "Anzahl der Propositionen im Text" aufklären; möglicherweise könnte ein erheblicher Teil der restlichen Varianz durch syntaktische Variablen erklärt werden (vgl. KINTSCH 1976, S. 95).

c) Die "Schwierigkeit von Texten" (operationalisiert als die durchschnittliche Lesezeit) scheint ferner - bei gleicher Anzahl Propositionen - umso größer zu sein, je mehr verschiedene Argumente (Begriffe oder Propositionen innerhalb von Propositionen der Textbasis) insgesamt vorliegen (KINTSCH 1976, S.96).

d) Die teilweise hierarchische Textstruktur scheint insofern von Bedeutung, als KINTSCH einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem hierarchischen Niveau einer einzelnen Proposition innerhalb eines Textes und der Wahrscheinlichkeit, daß sie erinnert werden kann, nachweisen konnte.

Propositionen werden ferner eher erinnert, wenn die (bzw. eine) dieser übergeordnete Proposition erinnert wurde, als wenn das nicht der Fall war.

Beide Resultate (vgl. KINTSCH 1976, S. 96ff) sind mit der Annahme kompatibel, daß ein Leser eher solche Propositionen verarbeitet, die er mit bereits zuvor verarbeiteten Propositionen verbinden kann als solche, die zu dem gerade aufgebauten Bedeutungsnetz nicht in Beziehung gebracht werden können.

e) In einem weiteren Experiment (KINTSCH et al. 1975, S. 211f; KINTSCH 1976, S. 99) zeigte sich, daß Vpn bei einer ihnen bereits inhaltlich bekannten (biblischen) Geschichte schon 24 Stunden nach der Darbietung nicht mehr zwischen dem dargebotenen Text und dem, was sie bereits vorher gewußt hatten unterscheiden konnten; dieses Ergebnis zeigte sich jedoch nicht bei Vpn, die den Text unmittelbar nach der Darbietung wiedergeben mußten.

Obwohl KINTSCHs Theorie Prozesse eines rekonstruktiven Gedächtnisses nicht explizit berücksichtigt[35], wird dieses Ergebnis als Beleg für die rekonstruktive Wiedergabe auf der Grundlage bereits vorhandenen Wissens interpretiert (vgl. KINTSCH et al. 1975, S. 213f; KINTSCH 1976, S. 99).

f) Elaborative Prozesse unter Rückgriff auf bereits "gespeichertes Wissen" werden jedoch auch bereits bei der Rezeption bzw. dem "Verstehen" von Texten vermutet:

KINTSCH nimmt an, daß "implizite Propositionen" immer dann erschlossen werden, wenn ein Text Lücken aufweist, in dem Sinne, daß auf seiner Grundlage (als alleinige Informationseingabe) eine zusammenhängende und mithin verstehbare Textbasis nicht aufgebaut werden kann (Eine Textbasis ist per definitionem eine zusammenhängende Menge von Propositionen).

Derartige Texte scheinen im Alltag häufig vorzukommen:

Beispiel: Text explizit:

"Eine sorglos weggeworfene Zigarette verursachte ein Feuer. Das Feuer zerstörte viele Hektar Wald."

Text implizit:

"Eine brennende Zigarette wurde sorglos weggeworfen. Das Feuer zerstörte viele Hektar Wald."

(Vgl. KINTSCH 1976, S. 99).

Offensichtlich kann dem zweiten, "impliziten" Text nur dann ein Bedeutungszusammenhang zugeschrieben werden, wenn die

---

35) KINTSCH betrachtet allerdings "Gedächtnisstruktur" prinzipiell nicht als eine fixierte, akkumulierte Menge von Wissen, sondern als etwas, was beim "Abruf" jeweils auf der Grundlage der gespeicherten Propositionen generiert wird (vgl. KINTSCH 1974, S. 23).

Proposition

(VERURSACHEN, ZIGARETTE, FEUER)

als Bindeglied "mitgedacht" wird. KINTSCH nimmt an, daß solche Prozesse beim Verstehen impliziter Texte tatsächlich ablaufen, wobei die implizite Proposition in die Textbasis eingefügt wird.

Die Ergebnisse einer Reihe von Experimenten (KINTSCH 1974, S. 153ff; KINTSCH 1975; KINTSCH 1976, S. 99ff) stützen diese Annahme:

> In mehreren Reaktionslatenzzeitexperimenten wurden zwei Gruppen von Versuchspersonen jeweils entweder die explizite oder die implizite Version eines Textes dargeboten; bei einer Hälfte jeder Gruppe (2 x 2 Design), wurde unmittelbar danach - neben anderen Aussagen - die kritische Proposition in Form eines Satzes dargeboten. Die Vpn hatten zu beurteilen, ob der Satz im Hinblick auf die Bedeutung des Textes wahr oder falsch sei.
>
> Die andere Hälfte jeder Gruppe wurde 15 Minuten nach der Textdarbietung entsprechend getestet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 8 wiedergegeben.

Abb. 8: Unterschiedliche Reaktionslatenzzeiten bei "explizitem" und "implizitem" Text in Abhängigkeit vom Wiedergabezeitpunkt (aus: KINTSCH 1976, S. 101).

Während bei der unmittelbar an die Darbietung sich anschließenden Testung bei "implizitem Text" die Reaktionslatenzzeit der Vpn signifikant höher war als bei "explizitem Text", zeigte sich nach 15 Minuten Verzögerung zwischen Textdarbietung und Test kaum noch ein Unterschied.

Das Ergebnis stützt die Annahme, daß die zum Verstehen erforderliche implizite Proposition bereits bei der Verarbeitung der Textinformation in die Textbasis eingefügt wird, so daß schon nach kurzer Zeit kein Unterschied zwischen dargebotener und erschlossener Bedeutungseinheit mehr festgestellt werden kann.

Unmittelbar nach der Textdarbietung sind allerdings noch zusätzlich dessen "Oberflächenmerkmale" (spezielle Wortwahl, Syntax, Schriftbild usw.) im Gedächtnis präsent, wordurch eine schnellere Entscheidung möglich ist (vgl. KINTSCH 1976, S. 101, 103).

Obwohl KINTSCHs Modell noch nicht ohne weiteres als validiert gelten kann und einige der Experimente methodische Schwächen aufweisen (vgl. ANDERSON 1976, S. 51ff), sind empiriefähige Ansätze dieses Typs (Testlernen, Lernen begrifflicher Zusammenhänge) für die Unterrichtsforschung von besonderem Interesse:

Modelle wie das von KINTSCH liefern eine differenzierte und operationalisierbare Theorie für Prozesse des Verstehens, der Verarbeitung und der Wiedergabe bzw. Rekonstruktion von Bedeutungszusammenhängen,wie sie vermutlich auch im Unterricht vieler Fächer ablaufen. Es sollte auf dieser Grundlage prinzipiell möglich sein, Variablen der Darbietung verbaler Informationen zu identifizieren, die die unterschiedliche Effektivität von Lehr-/Lernprozessen zu einem praktisch bedeutsamen Anteil erklären könnten.

Daß die vergleichsweise einfach Handhabung des Notationssystems eine relativ große Flexibilität bei der Analyse beliebiger Lehrinhalte erlaubt, sollte die Operationalisierung von entsprechenden Variablen im Sinne von Kategorien eines Unterrichtsanalyseschemas erleichtern.

3.5 Zusammenfassung (Kap. 3)

Ausgehend von der Feststellung, daß die experimentelle Psychologie des Begriffserwerbs Probleme, die den Lehrstoff, seine Struktur, seine sequentielle und systematische Darbietung betreffen, kaum oder jedenfalls nur sehr eingeschränkt berücksichtigt hat, wurden zunächst lehrstoffbezogene unterrichtspsychologische Ansätze diskutiert:

GAGNEs Theorie hebt insbesondere die Sequentierung des Lehrstoffs hervor; auf ihrer Grundlage lassen sich bei gegebenem Lehrstoff Lernhierarchien konstruieren und es können daraus bestimmte Lehrstoffsequenzen als mutmaßlich lernwirksamer als andere hergeleitet werden.

Die Grenze des GAGNEschen Ansatzes liegt jedoch dort, wo nach der Erklärung einzelner Lernprozesse gefragt wird, da die acht Lernarten komplexes verbales Lernen nicht berücksichtigen.

Eine explizit unterrichtsbezogene Theorie des verbalen Lernens von Bedeutungen hat AUSUBEL (1968) vorgelegt. AUSUBELs Ansatz liefert einige plausible Konstrukte, die sich auf Prozesse der Informationsverarbeitung bei verbalem Lernen beziehen und aus denen präskriptive Aussagen für das Lehren von Begriffen abgeleitet werden können.

Trotz einer beachtlichen Anzahl empirischer Untersuchungen kann AUSUBELs Theorie heute nicht als empirisch validiert betrachtet werden, da die entsprechenden Untersuchungsergebnisse insgesamt zu widersprüchlich sind.

Eine wesentliche Ursache dafür wird von mehreren Autoren im unzulänglichen Operationalisierungsgrad der wichtigsten Variablen dieser Theorie gesehen.

Da es sich um lehrstoffbezogene Variable handelt, setzt jeder Versuch einer verbesserten Operationalisierung eine eingehende Analyse des Lehrstoffs voraus; dazu bedarf es geeigneter, nach Möglichkeit standardisierter Verfahren.

Neben speziell entwickelten Lehrstoffanalyseverfahren kann zu diesem Zweck auch auf Kodiersysteme neuerer kognitionspsychologi-

scher Modelle und Theorien der menschlichen Informationsverarbeitung zurückgegriffen werden.

Da solche Modelle und Theorien aber u.a. ebenfalls auf die Erklärung verbalen Lernens abzielen, liegt es nahe, ihren möglichen Wert für die Unterrichtsforschung bzw. für die Untersuchung des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht zu prüfen.

Obwohl die Entwicklung solcher Modelle derzeit sehr schnell fortschreitet und daher vorzeitige Festlegungen nicht angeraten sind, scheint ein Modell des Textlernens, wie es KINTSCH (1974) entworfen hat, für die Unterrichtsforschung insofern von Bedeutung zu sein, als einige unter Laborbedingungen (z.T. mehrfach) experimentell bestätigte Variablenzusammenhänge Implikationen für das Lehren begrifflicher Zusammenhänge haben könnten, wenn sich ähnliche Effekte auch unter Unterrichtsbedingungen nachweisen ließen.

Dies setzte allerdings - wie bei allen anderen potentiell erklärungsrelevanten Variablen - im Sinne empirischer Unterrichtsanalysen geeignete operationale Definitionen voraus.

4. Spezielle Variablen unterrichtlichen Verhaltens: Ansätze und Befunde der empirischen Unterrichtsforschung

Bisher wurden in dieser Arbeit ausschließlich Theorien und Befunde aus den Bereichen "Psychologie des Begriffserwerbs", "Unterrichtspsychologie" und "Information-Processing" erörtert, weil Probleme des Lernens von Begriffen auch hauptsächlich im Rahmen dieser Disziplinen untersucht worden sind.

Da aber nach Bedingungen des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht gefragt ist, sind auch spezielle Variable des unterrichtlichen Verhaltens von Lehrern und Schülern zu berücksichtigen, die nicht in jedem Fall ausdrücklich das Lehren und Lernen von Begriffen betreffen, solches aber innerhalb von unterschiedlich definiertem "Leistungszuwachs" der Schüler oder "Verbesserung der Lernleistungen" mit einschließen.

Entsprechende Ansätze und Untersuchungsergebnisse liegen aus dem Bereich der empirischen Unterrichtsforschung[36] in relativ großer Zahl vor.

Die folgende Darstellung stützt sich hauptsächlich auf die kritischen Berichte zum Forschungsstand von DUNKIN und BIDDLE (1974) für den angelsächsischen Sprachraum und WALTER (1977) für den deutschsprachigen Bereich.

---

36) Eine exakte Abgrenzung gegenüber der Instruktions- oder Unterrichtspsychologie ist hier nicht beabsichtigt und vermutlich auch nicht möglich. "Unterrichtsforschung" ist jedoch nicht ausschließlich auf psychologische Aspekte beschränkt.

4.1 Ansätze und Variablenbereiche

Unterricht kann unter derart vielen verschiedenen Aspekten erforscht werden, daß es zweckmäßig erscheint, zur Strukturierung des Forschungsgegenstandes Variablenbereiche oder -felder abzugrenzen.

DUNKIN & BIDDLE (1974, S. 36ff) unterscheiden vier Variablenbereiche:

1. "Vorab-Bedingungen" des Unterrichts ("Presage-variables"); dazu gehören u.a. biographische und Persönlichkeitsmerkmale des Lehrers, Art und Bedingungen seiner Ausbildung (z.B. spezielle Trainingsprogramme), seine Fähigkeiten und Motivationen zum Lehren usw.
2. Rahmenbedingungen des Unterrichts ("Context variables"); verschiedene soziale und psychische Merkmale der Schüler, ihr Vorwissen, die Größe der Klasse, klimatische und physikalische Bedingungen des Unterrichts(raums), Medien usw.
3. Prozeßvariable des Unterrichtens; insbesondere das Verhalten des Lehrers, Verhaltensweisen der Schüler, Merkmale der Lehrer-Schüler-Interaktion, Verhaltensänderungen der Schüler im Unterricht.
4. Produkt-Variable des Unterrichtens; dieser Bereich umfaßt sowohl unmittelbare und kurzfristige Wirkungen (affektiver und kognitiver Art) von Unterricht auf die Schüler, als auch langfristige Effekte, etwa hinsichtlich späterer Persönlichkeitsmerkmale oder beruflicher Fähigkeiten.

Weitere Variablenbereiche sind etwa Ausmaß und Bedingungen der Unterrichtsvorbereitung durch den Lehrer und Bedingungen von Lehrerentscheidungen (vgl. WINNE & MARX 1977; SHULMAN 1974a, 1975; FUCHS et al. 1974).

Eine Übersicht über mögliche allgemeine Variablenzusammenhänge gibt Abb. 9 ; die Pfeile zwischen den einzelnen Variablenbereichen bezeichnen darin lediglich hypothetische Wirkzusammenhänge (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 37f).

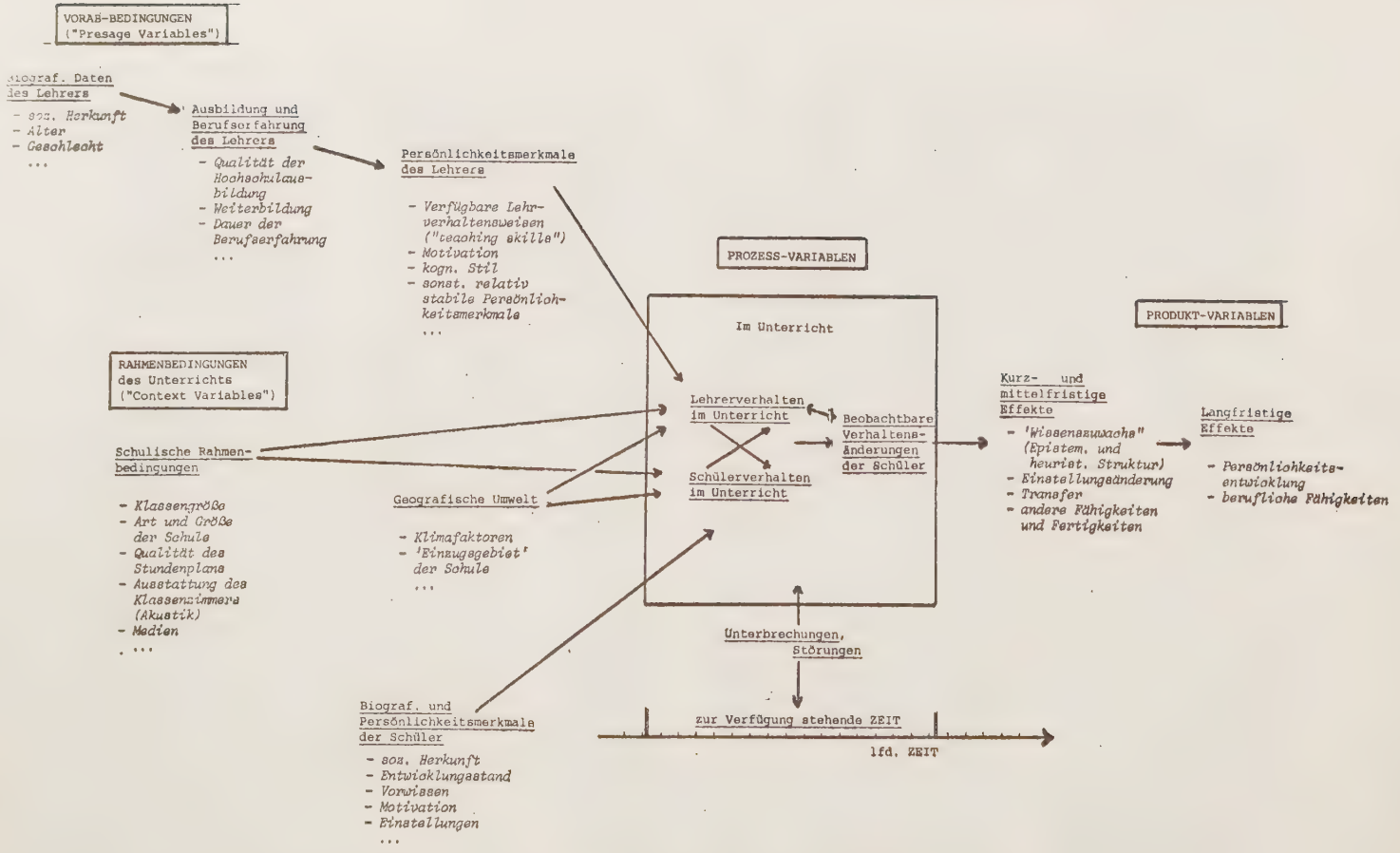


Abb. 9: Variablenbereiche für die Unterrichtsforschung (Schema nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 38; modifiziert und erweitert).

Weitere, in dem Schema schwer einzuordnende Variablen ergeben sich aus der Tatsache, daß Unterricht als Prozeß stets eine zeitliche Dimension aufweist und zeitlichen Restriktionen unterliegt: Wieviel Zeit für einen bestimmten Lehrstoffbereich zur Verfügung steht, wieviel Zeit unterschiedliche Schüler zur Bewältigung entsprechender Lernaufgaben benötigen und wie ein Lehrer die zur Verfügung stehende Zeit hinsichtlich der Darbietung der Lehrinhalte nutzt - dies könnte durchaus die Lehreffektivität wesentlich beeinflussen (vgl. CARROLL 1973; HARNISCHFEGER & WILEY 1977).

Innerhalb und zwischen den einzelnen Variablenbereichen sind (z.T. im Sinne der Pfeile in Abb. 9) allgemeine Fragestellungen unterscheidbar, die ebenfalls zur einer Strukturierung des Forschungsgegenstandes beitragen können (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 48).

1. Welche Kategorien unterscheidbarer Objekte, Zustände, Prozesse oder Ereignisse wurden untersucht oder scheinen untersuchenswert; wie ist/wird der Forschungsgegenstand konzeptualisiert, welche Variablen wurden wie (operational) definiert?

2. In welchem Ausmaß treten die entsprechenden Prozesse, Zustände usw. im herkömmlichen Unterricht tatsächlich auf; allgemeiner: welche Eigenschaften von Lehr-/Lernprozessen sind typisch für heutigen Unterricht? (Diese Frage spielt immer dann eine Rolle, wenn eine Optimierung von Unterricht angestrebt wird.)

3. In welchem Ausmaß beeinflussen die Rahmenbedingungen ("Context") den Unterrichtsprozeß?

4. Welche Beziehung besteht zwischen Variablen, die Bildung, Ausbildung, Persönlichkeitsmerkmale und Fähigkeiten des Lehrers betreffen ("Presage variables") und der Art und Weise, wie der Unterricht dieses Lehrers verläuft ("Prozeß-Variablen").
   Ferner: Wie "stabil" sind Merkmale des Verhaltens desselben Lehrers zu verschiedenen Zeitpunkten, bei unterschiedlichen Schulklassen und verschiedenen Lehrstoffen? Wie wirken sich Vorbereitungsart, -intensität und -qualität aus auf den Unterrichtsprozeß?

5. Welche Beziehungen bestehen zwischen unterschiedlichen Prozeßmerkmalen des Unterrichts? Inwieweit werden bestimmte Schülerverhaltensweisen (z.B. "Sich Melden", "Initiative", "Stören") durch Lehrerverhaltensweisen beeinflußt und umgekehrt?

6. Wie beeinflussen bestimmte Merkmale des Unterrichtsprozesses die kurz-, mittel- oder langfristige Effektivität des Unterrichts? Welche (erwünschten oder unerwünschten) "Nebenwirkungen" hat die Variation unterschiedlicher Prozeßvariablen?

(Vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 48ff).

Diese Klassen von Fragestellungen sind sicher nicht erschöpfend; sie erlauben jedoch anscheinend,eine Vielzahl bisher veröffentlichter Ergebnisse der empirischen Unterrichtsforschung einzuordnen und könnten darüber hinaus geeignet sein, künftige Unterrichtsforschung im Hinblick auf die Abhängigkeiten der Variablenbereiche untereinander zu systematisieren.

4.2 Inhaltliche Ansätze und Ergebnisse der Unterrichtsforschung

Ohne auf den jeweiligen wissenschaftshistorischen Hintergrund verschiedener inhaltlicher Fragestellungen der Unterrichtsforschung einzugehen, lassen sich doch einige Inhaltsbereiche anhand der wichtigsten untersuchten Variablen oder Variablenkomplexe klassifizieren.

4.2.1 "Klassenklima" und "Lehrstil"

Bei Untersuchungen zum "Klassenklima" und zum "Lehrstil" handelt es sich um das Studium bestimmter affektiver, meist bewerteter Merkmale der Lehrer-Schüler-Interaktion, z.B. "Direktivität" vs. "Nicht-Direktivität", "Wärme" vs. "Kälte", "Lob" vs. "Tadel" u.ä.. Besonders einflußreich auf die Lehrerausbildung war dabei der Ansatz von FLANDERS (1970), der die Variable "Nicht-Direktivität" als mutmaßlich lehrwirksam betont.

Deskriptive Untersuchungen zeigten, daß Unterricht in der Realität meist "direktiv" ist; allerdings gibt es trotz einer Vielzahl von Untersuchungen weder für "Nicht-Direktivität" noch für irgendeine andere "Klima"-Variable dieser Art überzeugende empirische Belege für eine Wirksamkeit hinsichtlich einer Förderung der Schulleistung (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 104f).

4.2.2 "Unterrichtssteuerung" und "classroom management"

Die Variablenbereiche "Unterrichtssteuerung" und "classroom management" stellen ab auf Untersuchungen, wie und mit welchen Wirkungen der Unterricht vom Lehrer "geführt" oder "gesteuert" wird, und zwar sowohl global (z.B. bevorzugte Formen des Lehrverhaltens: Dozieren, Fragenstellen etc.) als auch speziell, etwa hinsichtlich der Bewältigung von Disziplinproblemen. Ebenfalls in diesem Zusammenhang gehören Ansätze zur Verhaltensmodifikation im Unterricht.

Neben einigen relativ stabilen Aussagen über die relativen Häufigkeiten bestimmter Lehrverhaltensweisen scheinen insbesondere einige Ergebnisse von KOUNIN (1966; 1969; zit. nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 154ff) bedeutsam, der einige statistisch gesicherte Beziehungen zwischen Prozeßvariablen (Lehrerverhalten - Schülerverhalten) fand; da die Untersuchungen aber sämtlich im Elementar- bzw. Primarbereich stattfanden, sind Aussagen über Generalisierungsmöglichkeiten auf Schulklassen mit älteren Schülern nicht möglich.

Es liegen auch keine Ergebnisse über Beziehungen zwischen KOUNINs Prozeßvariablen und Produktvariablen (Auswirkungen auf die Schülerleistung) vor (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 154-161).

Im Bereich der Verhaltensmodifikation im Unterricht scheint es inzwischen hinreichend Belege dafür zu geben, daß "reinforcement" und andere Techniken unter bestimmten (einschränkenden) Bedingungen mit Erfolg eingesetzt werden können (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 170f, 175; KERN 1974; MEES & SELG 1977; GAGE & BERLINER 1977, Kap. 7).

4.2.3 Unterricht als "Handeln in einem sozialen System"

Unterrichtssituationen (im herkömmlichen Sinn) sind stets soziale Situationen, und die Gesamtheit der Beteiligten bildet ein soziales System, gekennzeichnet durch bestimmte Verhaltensmuster, Verhaltenserwartungen ("Rollen"), Gruppenstrukturen und -funktionen usw.

Ein großer Teil der Forschungen hierzu ist deskriptiver Art; d.h. sie sind ausgerichtet auf geeignete Konzeptualisierungen (einschließlich operational definierter Variablen) und versuchen "Unterricht wie er ist" zu erfassen, um eine brauchbare Grundlage für spätere Korrelationsstudien und Experimente zu schaffen.

Es liegen sowohl Aussagen über die Häufigkeit bestimmter Merkmale unterrichtlichen Verhaltens als auch eine relativ große Zahl von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Prozeßvariablen vor.

Welche Beziehungen zu Produktvariablen bestehen, ist allerdings auch hier nicht befriedigend geklärt (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 201-229; an einzelnen Studien sind insbesondere BELLACK et al. 1974; LUNDGREN 1972 und ROEDER & SCHÖMER 1976 von Bedeutung).

4.2.4 Beeinflussung von Wissen und Intellekt der Schüler durch spezifische Lehrmaßnahmen

Im Hinblick auf die Problematik des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht wären gerade von Ansätzen, die sich explizit auf kognitive Aspekte des Unterrichts beziehen, einschlägig verwertbare Aussagen zu erwarten. In der amerikanischen Unterrichtsforschung sind hauptsächlich drei Ansätze bekannt geworden:

- Forschungen, die sich auf BLOOMs Taxonomie von Lehrzielen im kognitiven Bereich stützen (BLOOM et al. 1972);
- Forschungen, denen GUILFORDs Intelligenzmodell als theoretischer Rahmen zugrunde liegt und
- Untersuchungen, die im Rahmen von Curriculumentwicklungen auf Bedingungen zur Förderung der kognitiven Entwicklung der Schüler abzielen (insbes. TABA et al. 1964; TABA 1966; zit. nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 256ff).

Trotz offensichtlich hoher Erwartungen der meisten Forscher hinsichtlich der Lehrwirksamkeit (Leistungssteigerung) der von ihnen favorisierten Variablen ("Bevorzugung höherrangiger Lehrzielkategorien","Förderung divergenten Denkens" und "Erhöhung des Denk-Levels") ließen sich die entsprechenden Annahmen empirisch nicht nachweisen (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 241, 254, 268, 270f).

4.2.5 Sachlogische Variablen

Zu den wenigen Untersuchungen in der Unterrichtsforschung, die Merkmale von Lehrinhalten explizit berücksichtigen, gehören Ansätze, deren Forschungsgegenstand vor allem die Sachlogik der Lehrinhalte ist" untersucht wird z.B. unter diesem Aspekt inwieweit Schülerantworten den sie provozierenden Lehreräußerungen entsprechen; ferner auch Fragestellungen wie: Werden in einem Unterricht eher Fakten vermittelt oder werden Bewertungen erarbeitet oder wird analysiert? Wie werden Sachverhalte erklärt (verschiedene Kategorien)?

Zu den bedeutendsten Untersuchungen dieser Art zählen die von BELLACK et al. (1974), LUNDGREN (1972), SMITH & MEUX (1970) und NUTHALL (1968). Diese und einige andere erbrachten vornehmlich eine Reihe hinreichend gesicherter deskriptiver Daten, deren Gültigkeit in anderen Schulsystemen bzw. anderen Ländern allerdings fraglich sein muß.

Replizierte Ergebnisse über Prozeß-Produkt-Beziehungen liegen auch hier nicht vor; entsprechende Untersuchungen sind aber z.T. noch im Gange (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 287ff).

4.2.6 Linguistische Variablen

Da Unterricht über weite Strecken sprachliches Geschehen ist, scheint es nur folgerichtig, wenn auch Studien zur Wirksamkeit linguistischer Variablen unternommen werden.

Bisher wurden insbesondere lexikalische und Oberflächenmerkmale der Sprache im Unterricht erforscht; dabei scheinen einige der von HILLER et al. (1969) definierten und erforschten Variablen wie "Vagheit", "Flüssigkeit des Sprechens", "Informativität" u.ä. von besonderem Interesse zu sein, obwohl anscheinend bisher keine Replikationen der entsprechenden Untersuchungen veröffentlicht wurden.

In der genannten Untersuchung ergaben sich positive Korrelationen zwischen "Informativität" und "Flüssigkeit" der Sprache des Lehrers einerseits und Schülerleistungen andererseits; "Vagheit" der Lehrersprache korrelierte dagegen negativ mit dem gleichen Kriterium. Darüber hinaus fanden HILLER et al. (1969; zit. nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 308f), daß das Ausmaß an "Vagheit" mit zunehmendem Wissen des Lehrers über den zu lehrenden Gegenstand abnimmt (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 307-311).

4.2.7 Verhaltenssequenzen im Unterricht

Eine Analyse von Unterrichtsprozessen, die ausschließlich statische Merkmale berücksichtigt oder Prozeßmerkmale auf skalare Werte reduziert, verzichtet offensichtlich auf die Erhebung potentiell bedeutsamer Merkmale; dennoch ist genau dies bei den meisten Unterrichtsforschungsprojekten der Fall (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 353).

Die wenigen vorliegenden Untersuchungen, die ausdrücklich Prozeßmerkmale erfassen, lieferten bisher hauptsächlich deskriptive Daten. Immerhin konnte NUTHALL (1968) experimentell zeigen, daß eine Folge von Unterrichtsabschnitten, die vornehmlich Beschreibungen und Beispiele enthielten, beim B e g r i f f s l e r n e n der Schüler effektiver waren als Abschnitte, die hauptsächlich Vergleiche enthielten; dabei waren Folgen beispielbezogener Abschnitte für Schüler mit viel einschlägigem Vorwissen effektiver als für Schüler mit wenig Vorwissen.

In einer anderen Untersuchung zeigte sich, daß bei abschließenden Zusammenfassungen des Lehrstoffs (am Ende einer Unterrichtsstunde) sich die Leistungen der Schüler verbesserten. Rekapitulationen des Lehrstoffs zu Beginn von Unterrichtsstunden zeigten dagegen keine derartige Wirkung (WRIGHT & NUTHALL 1970; zit. nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 351). Leider wurde - soweit bekannt - keines dieser Ergebnisse bisher repliziert.

Die Schwierigkeit, Sequenz-Merkmale im engeren Sinn zu identifizieren, liegt vermutlich zu einem beträchtlichen Teil im Fehlen geeigneter quantitativer Modelle begründet.

Die gelegentlich verwendeten Modelle (vor allem MARKOFF-Ketten; vgl. BISHIR & DREWES 1970, Kap. 20) bedingen in der Regel Modellvoraussetzungen, die mit inhaltlichen Annahmen über Unterrichtsprozesse oft nur schwer in Einklang zu bringen sind (z.B. "lokale stochastische Abhängigkeit").

4.2.8 Unterrichts- oder Lehrmethoden und Medien

Relativ globale Unterrichtsmethoden wie "induktive" oder "deduktive" Methode, "Ganzheitsmethode", "darstellende" oder "entdeckenlassende" Methode, "Anschauungsunterricht" usw. sind in der Vergangenheit des öfteren im Hinblick auf ihre Effektivität im Vergleich untereinander oder mit "herkömmlichem" Unterricht untersucht worden.

Die Ergebnisse führten letztlich dazu, daß derartige Ansätze (in dieser globalen Form) heute selten sind:

Soweit in einzelnen Untersuchungen signifikante Haupteffekte ermittelt wurden, fand sich in der Regel eine ähnliche Untersuchung, die diesem Befund widersprach (vgl. DUBIN & TAVEGGIA 1972). Als Gründe dafür können u.a. genannt werden:

- "unfaire" Vergleiche hinsichtlich der Kriteriumsvariablen,
- unspezifische Definitionen der Kriteriumsvariablen,
- keine Berücksichtigung unterschiedlicher Lehrinhaltsstrukturen,
- mangelhafte Operationalisierungen der unabhängigen Variablen und
- fehlende oder mangelhafte Kontrolle von Randbedingungen oder Fehlerquellen in versuchsplantechnischem Sinn

(vgl. CRONBACH 1973, S. 148ff; WALTER 1977, S. 108ff).

Der Fehlschlag der "globalen" Methodenforschung einerseits und allgemeinere bildungspolitische Forderungen nach Individualisierung und Differenzierung im Unterricht andererseits begünstigten und motivierten Forschungsprogramme, die speziell auf die differentiellen Effekte von Unterrichtsmethoden abzielten; im statistischen Sinn also auf Wechselwirkungen zwischen Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden ("WSU", "Aptitude-Treatment-Interaction"; vgl. FLAMMER 1975; SCHWARZER & STEINHAGEN 1975; CRONBACH 1975).

Die in diesen Ansatz gesetzten - oft recht hohen - Erwartungen konnten allerdings bisher noch nicht erfüllt werden (vgl. BRACHT 1975; CRONBACH & SNOW 1977; FLAMMER 1975, S. 40f).

Ein Grund dafür könnte sein, daß der Faktor "Unterrichtsmethode" auch in diesen Untersuchungen schwer zu operationalisieren und daher schlecht zu kontrollieren war.

Auch die Frage, welche Persönlichkeitsmerkmale im Sinne des Ansatzes geeignet sein könnten scheint noch nicht befriedigend geklärt zu sein (vgl. CRONBACH 1975; GLASER 1975; FLAMMER 1975, S. 40f).

Die Untersuchung der globalen und differentiellen Effektivität von Unterrichtsmedien kann als Spezialfall der Lehrmethodenforschung betrachtet werden. Insbesondere in der BRD waren Untersuchungen zur Effektivität verschiedener Varianten der Programmierten Unterweisung lange Zeit "Motor der experimentellen Unterrichtsforschung" (vgl. WALTER 1977, S. 113).

Dennoch sind, abgesehen davon, daß Programmierte Unterweisung und mediengestützter Unterricht (soweit ein Vergleich sinnvoll ist) ihre Funktionen anscheinend nicht schlechter erfüllen als lehrergesteuerter Unterricht, praktisch keine generalisierbaren Aussagen hinsichtlich der Effektivität bestimmter Medien hinreichend gesichert (vgl. WALTER 1977, S. 114ff).

4.3 Zur Einschätzung der Ergebnisse der empirischen Unterrichtsforschung

Die beträchtliche Anzahl vorliegender Untersuchungen aus dem Bereich der empirischen Unterrichtsforschung steht zumindest auf den ersten Blick in einem frappierenden Mißverhältnis zu den wenigen Ergebnissen, die etwa Lehrerstudenten vermittelt werden könnten.mit der Gewißheit, einigermaßen klare Kriterien für eine zweckrational begründete Planung und Durchführung von Unterricht zu besitzen:

> Der gegenwärtige Forschungsstand in der empirischen Unterrichtsforschung läßt solches nicht zu.

Die bereits hinsichtlich möglicherweise umsetzbarer Variablenzusammenhänge recht magere Ergebnisausbeute wird noch weiter eingeschränkt durch eine Reihe methodischer und theoretischer Unzulänglichkeiten:

a) Viele Unterrichtsforscher begründen die Relevanz ihrer Arbeiten mit dem Ziel einer Verbesserung (Optimierung) des Unterrichts in dieser oder jener Hinsicht. Sicherlich ist dies eine legitime und unter Umständen notwendige Ausgangsmotivation.

   Forschungsmethodische Bedenken sind allerdings dann anzumelden, wenn bestimmte - oft hoch komplexe - Variablen von vornherein im Sinne von Verbesserungen favorisiert werden und ganze (unterrichts)wissenschaftliche "Schulen" bestimmten Konzepten und Variablen verpflichtet sind ("Commitment"; vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 51ff, 86f).

   Bedenken sind insofern angebracht, als es hinreichend Beispiele gibt für Forschungsprogramme, die so auf bestimmte Variablen (z.B. bestimmte "Unterrichtsmethoden" oder bestimmte Merkmale des Lehrerverhaltens) festgelegt waren, daß die (eventuell moderierenden) Effekte anderer Variablen oder sogar anderer Ausprägungen der gleichen Variable nahezu völlig außer Acht gelassen werden.

   > Dies gilt z.B. für TABAs Untersuchung zur Erhöhung des "Denk-levels" (TABA et al. 1964; TABA 1966; beide zit. nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 263): Eine prinzipiell ebenfalls mögliche Senkung des "Denk-level" durch den Lehrer kann mangels einer entsprechenden Kategorie gar nicht erfaßt werden (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 263).

Daß ein entsprechendes "Engagement" für bestimmte "Methoden" oder Variablenzusammenhänge auch die Objektivität der Durchführung und Auswertung empirischer Untersuchungen beeinflussen kann, dürfte zwar hinlänglich bekannt sein (vgl. KLAUER 1973, S. 65f), ist aber im Einzelfall schwer im Nachhinein festzustellen.

b) Nicht wenige Unterrichtsbeobachtungssysteme enthalten unklar definierte und daher nicht-disjunkte Kategorien; ihre Reliabilität ist dann von vornherein stark eingeschränkt. DUNKIN und BIDDLE (1974, S. 72f) belegen an einem Beispiel, daß dies auch für ein scheinbar so einfach zu handhabendes Beobachtungsinstrument wie FIAC (FLANDERS 1970) gilt.

c) Die bei der Anwendung parametrischer statistischer Verfahren implizierten Modellannahmen lassen sich im allgemeinen bei der quantitativen Analyse von Unterricht nicht begründen; dennoch werden Verfahren wie die Varianzanalyse, Kovarianzanalyse und sogar die Faktorenanalyse eingesetzt (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 84f).

d) Viele Untersuchungen bemühen sich, die Effektivität einzelner Variablen nachzuweisen: Selbst wenn dies mit entsprechendem versuchsplantechnischem Aufwand gelingt, bleibt die Frage, welche externe Validität eine so gesicherte Aussage noch beanspruchen kann.

e) Viele Variable scheinen praktisch keinerlei Bezug zu allgemeineren verhaltenswissenschaftlichen Theorien aufzuweisen; ein gegebenenfalls gefundener Zusammenhang mit anderen Variablen ist dann aber kaum sinnvoll interpretierbar (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 428ff).

Dennoch: Positiv gewendet können sich aus solchen Kritikpunkten Merkposten und Kriterien für zukünftige Unterrichtsforschung ergeben:

1. Aus einer Vielzahl scheinbar plausibler, aber mehrfach unbestätigt gebliebener Hypothesen kann u.U. auch gefolgert werden, daß es bei zukünftigen Ansätzen wenig zweckmäßig zu sein scheint, solche (allzu) einfachen Variablenzusammenhänge zu postulieren. Insofern können derartige nicht-bestätigte Varia-

blenzusammenhänge durchaus sehr informativ sein, ganz wertlos sind sie jedenfalls selten (vgl. auch McKEACHIE 1975, S. 126f).

2. Es könnte sein, daß in einigen Fällen die Absicht, möglichst "praxisrelevante" und unmittelbar umsetzbare Ergebnisse zu erzielen, ihrem Ziel selbst im Weg stand:

   Ein so komplexer Forschungsgegenstand wie das Lehren und Lernen im Unterricht erfordert bei aller Anwendungsorientierung ein spezifisches, in den meisten Fällen erst noch zu erarbeitendes Grundlagenwissen.

   Das bedeutet aber, daß entsprechende Forschungsvorhaben eher langfristig angelegt werden und zeitweilig auch eher praxisfern erscheinende Untersuchungen akzeptiert werden müssen.

3. Es könnte sich als notwendig erweisen, spezielle quantitative (statistische) Modelle für Zwecke der empirischen Unterrichtsforschung neu zu konstruieren oder aus anderen Bereichen als den bisher bevorzugten (experimentelle Psychologie, empirische Sozialforschung, Biostatistik) zu adaptieren (z.B. aus der Ökonometrie); ein besonderes Defizit besteht offenbar hinsichtlich der adäquaten Abbildung unterrichtlicher Verhaltenssequenzen.

4. "Mehrdimensional" konzipierte Forschungsansätze könnten sich letztlich als effektiver und ökonomischer erweisen als Studien, bei denen nur eine oder jedenfalls sehr wenige Variable berücksichtigt werden; dies setzt Beobachtungs- und Analyseverfahren voraus, deren Kategorien möglichst weitgehend als FACETTEN konstruiert sind (vgl. BAR-ON & PERLBERG 1976; DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 73).

4.4 Methodologische und forschungsstrategische Konsequenzen

Die Sichtung einschlägiger Literatur, die in den vorangegangenen Kapiteln dokumentiert wurde, hat gezeigt, daß derzeit anscheinend weder "globale" noch "lokale" theoretische Ansätze zur Verfügung stehen, die es erlauben würden, Prozesse des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht valide zu erklären oder deren Effekte mit kalkulierbarer Irrtumswahrscheinlichkeit vorherzusagen.

Technologische Umsetzungen in Handlungsanweisungen für Lehrer sind damit zur Zeit nicht vertretbar.

Ein Grund dafür kann in den insgesamt eher "unterrichtsfern" konzipierten Theorieentwicklungen im Bereich der Psychologie des Lernens und Denkens gesehen werden.

Für die Pädagogische Psychologie und speziell die Unterrichtswissenschaft bedeutete dies jedoch, daß entsprechende empirische Forschungen oft nur einen schwachen und bestenfalls punktuellen Bezug zu erklärungskräftigen Theorien aufweisen konnten.

Es scheint somit zwar verständlich, wenn angesichts eines vor allem für die Erwartungen und Bedürfnisse der Lehrerausbildung sicher unbefriedigenden Bestandes an empirisch hinreichend gesichertem Wissen über Bedingungen und Wirkungen unterrichtlichen Lehrens und Lernens ein "Paradigmenwechsel" sensu KUHN (1973) für nötig gehalten wird. Gemeint ist damit die Abkehr von einer psychologisch begründeten und - im weitesten Sinne - an analytisch-naturwissenschaftlicher Methodik orientierten Forschungskonzeption zugunsten eher "interpretativer" Methoden (vgl. etwa BAUERSFELD 1977, S. 27; LOSER & TERHART 1977, S. 27f).

Dennoch kann eine derartige Forderung nicht als hinreichend begründet gelten:

Im Sinne eines pluralistischen Erkenntnismodells sind zwar konkurrierende Ansätze als ein "Mehr" an Ideen stets akzeptabel und sogar wünschenswert; eine rational begründete Forderung nach Ablösung "etablierter" Forschungsprogramme kann aber höchstens das Resultat einer Konkurrenz zwischen Theorien oder Forschungsprogrammen sein, nachdem sich ein alternativer Ansatz als an

Problemlösungskraft überlegen erwiesen hat (vgl. SPINNER 1974, S. 90, 92f).

Darüber hinaus ist die Eliminierung eines bestimmten Forschungsprogramms auch nur dann zweckmäßig, wenn dieses wirklich ausgeschöpft ist (vgl. SPINNER 1974, S. 90f).

Genau dies ist aber bei der kognitionspsychologisch orientierten empirischen Unterrichtsforschung nicht der Fall:

1. Hypothesen hinsichtlich lernwirksamer Variablen, wie sie aus Ansätzen der "klassischen" Psychologie des Begriffserwerbs abzuleiten sind, wurden bisher in den wenigsten Fällen in realen Unterrichtssituationen geprüft.

2. Empiriefähige Modelle des verbalen Lernens und Textverstehens, die prinzipiell zur Erklärung bedeutsamer Teile unterrichtlicher Lehr-/Lernprozesse verwendbar zu sein scheinen (und dies z.T. auch beanspruchen) sind erst in den letzten fünf bis sechs Jahren entwickelt worden; soweit bekannt, stehen empirische Prüfungen ihres Erklärungswertes für Vorgänge im realen Unterricht noch aus (vgl. NORMAN & RUMELHART 1975, S. 407f; ANDERSON 1976, S. 535; mehrere Beiträge in den Sammelbänden von KLAHR 1976 und ANDERSON et al. 1977).

3. Ebenfalls erst seit relativ kurzer Zeit beschäftigen sich Unterrichtspsychologen in größerem Umfang und systematisch mit der Anforderungsstruktur einzelner Lehrinhalte ("task analysis") und versuchen, die Informationsverarbeitungsprozesse bei der Bewältigung entsprechender Aufgaben durch Schüler unter Berücksichtigung variabler Instruktionsbedingungen zu erklären[37]. Die bisher veröffentlichten Ergebnisse (z.B. RESNICK 1976; WOODS et al. 1975) sprechen dafür, daß solche Projekte weiterer Bemühungen wert sind.

4. Auch im methodischen Bereich sind die verfügbaren Möglichkeiten noch lange nicht ausgeschöpft:

   Empirische Unterrichtsforschung ist nicht zwangsläufig und in jeder Phase an die herkömmlichen Versuchspläne und die diesen oft zugrundeliegenden, meist parametrischen statisti-

37) Auszunehmen ist allerdings AEBLI (1976), der derartige Fragestellungen schon seit längerem verfolgt hat.

schen Modelle gebunden; - wie überhaupt das Experiment nicht die einzige Methode analytisch-empirischer Forschung sein muß.

"Weichere" Verfahren (z.B. Fallstudien) und multivariate, nicht-parametrische statistische Modelle (z.B. die Konfigurationsfrequenzanalyse), wie sie etwa in der klinischen Psychologie verwendet werden, sind bisher in der Unterrichtsforschung (wenn überhaupt) sehr selten verwendet worden.

Dies alles spricht nicht gegen konkurrierende alternative Forschungsprogramme in der Unterrichtsforschung, - wohl aber gegen eine vorzeitige "Ablösung" der Konzeption einer psychologisch begründeten, empirischen Unterrichtsforschung.

Die hier umrissenen Möglichkeiten sollten allerdings auch nicht darüber hinwegtäuschen, daß eine Unterrichtsforschung, deren Ziel zwar letztlich technologisch verwertbare Aussagen auf der Grundlage erklärungskräftiger Theorien unterrichtlichen Lernens sind, unmittelbar "handlungsrelevante" Ergebnisse kurzfristig nicht erwarten läßt (vgl. ANDERSON 1976, S. 535).

Zum einen wird ein derartiges Unternehmen sich bis auf weiteres nicht auf eine umfassende Theorie stützen können, sondern stets mehrere Theorien jeweils begrenzter Reichweite heranziehen müssen.

Zum anderen wird es nötig sein, die hypothetischen Konstrukte potentiell geeigneter Erklärungsmodelle mit operational - auf der Ebene beobachtbaren Verhaltens von Lehrern und Schülern im Unterricht - zu definierenden Variablen zu verknüpfen.

Wenn realer Unterricht Forschungsgegenstand (und gleichzeitig Forschungsfeld) sein soll, dann bedeutet das die Entwicklung und Erprobung eines Instrumentes zur s y s t e m a t i s c h e n B e o b a c h t u n g bzw. A n a l y s e von Unterricht.

Eine weitere (Teil-)Aufgabe besteht darin, Testverfahren zu entwickeln, die geeignet sind, das lehrstoffspezifische Wissen und gegebenenfalls die Problemlösefähigkeiten von Schülern derart zu erfassen, daß die entsprechenden Kriteriumsvariablen zu Variablen des Lehr-/Lernprozesses sinnvoll in Beziehung gesetzt werden können.

Erst wenn dies - wegen der Spezifität des jeweiligen Lehrstoffs eventuell mehrmals - geleistet ist, erscheint es zweckmäßig zu

Feldstudien überzugehen, um theoretisch prognostizierte korrelative Variablenzusammenhänge zu prüfen.

Experimentelle Untersuchungen können dann schließlich dazu dienen, gegebenenfalls "aufgedeckte" korrelative Zusammenhänge unter stärker kontrollierten Randbedingungen auf die Art und relative Stärke ihres Zusammenhangs zu testen[38].

Die im folgenden berichtete Explorationsstudie entspricht der ersten "deskriptiven" Phase eines derartigen Forschungsprogramms, wobei die Teilaufgabe "Testentwicklung" allerdings ausgenommen wird: Ein Beitrag dazu wurde - in Zusammenarbeit mit dem Autor - bereits von LOHRIG (1977) geleistet.

---

38) Das so skizzierte Forschungsprogramm entspricht im wesentlichen einem von ROSENSHINE und FURST vorgeschlagenen "Modell" für die empirische Unterrichtsforschung: "The descriptive - correlational - experimental loop" (vgl. ROSENSHINE & FURST 1973, S. 122f).

4.5 Zusammenfassung (Kap. 4)

Da die Fragestellung dieser Arbeit das Lehren und Lernen von Begriffen i m U n t e r r i c h t betrifft, war auch die Frage zu stellen, welche Ansätze und Befunde der empirischen Unterrichtsforschung begründete Hinweise auf potentiell lernwirksame Bedingungen unterrichtlichen Begriffserwerbs liefern könnten.

Zur Strukturierung des Forschungsgegenstandes werden - in Anlehnung an DUNKIN & BIDDLE (1974) - vier Variablenbereiche unterschieden:

- "Vorab-Bedingungen" des Unterrichts ("presage variables"),
- Rahmenbedingungen von Unterricht ("context variables"),
- Prozeßvariablen des Unterrichts,
- Produktvariablen des Unterrichts.

Auf der Grundlage dieser Strukturierung sind eine Reihe allgemeinerer Fragestellungen unterscheidbar, die ebenfalls zu einer Systematisierung des Forschungsbereichs beitragen können.

Nach einem grob skizzierten Überblick über Ergebnisse empirischer Unterrichtsforschung in den (bisher wohl am meisten untersuchten) "Inhaltsbereichen"

- "Klassenklima" und "Lehrstil",
- "Unterrichtssteuerung" und "classroom management",
- Unterricht als soziales System,
- Beeinflussung von Wissen und Intellekt der Schüler,
- Unterricht unter sachlogischen Aspekten,
- Unterricht unter linguistischen Aspekten,
- Verhaltenssequenzen im Unterricht,
- Lehrmethoden und Medien

werden einige methodische und theoretische Unzulänglichkeiten kritisiert, woraus sich wiederum Kriterien für zukünftige Unterrichtsforschung herleiten lassen.

In einer kurzen Auseinandersetzung mit der Forderung nach einem "Paradigmenwechsel" (im Sinne einer Abkehr von empirisch-analytischen Methoden) wird dargetan, daß die Möglichkeiten einer

kognitionspsychologisch orientierten empirischen Unterrichtsforschung noch keineswegs ausgeschöpft sind, wenngleich unmittelbar "handlungsrelevante" Ergebnisse kurzfristig auch in Zukunft nicht erwartet werden können.

Für die Bearbeitung der vorliegenden Fragestellung wird ein mehrphasiges (mithin längerfristig angelegtes) Forschungsprogramm vorgeschlagen, das mit deskriptiven Untersuchungen beginnt und über Feldstudien zur experimentellen Prüfung von Variablenzusammenhängen führt.

Die vorliegende Studie soll dabei weitgehend der Aufgabenstellung der ersten, deskriptiven Phase entsprechen.

5. Deskriptive Analyse von Bedingungen des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht: Empirischer Ansatz und Operationalisierung von Variablen.

5.1 Spezifizierung der Fragestellung

Im Rahmen des gerade umrissenen mehrstufigen Forschungsansatzes ist das Ziel der ersten, deskriptiven[39] Phase - und damit dieser Arbeit -,

> "Fälle" des Lehrens und Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht unter natürlichen, d.h. nicht willkürlich beeinflußten Bedingungen aufzuzeichnen und derart beschreibend zu analysieren, daß als Ergebnis begründete Hypothesen über korrelative Zusammenhänge zwischen Prozeß- und Produktvariablen erwartet werden können.

Da eine solche deskriptive Analyse prinzipiell überprüfbar und mithin systematisch erfolgen soll, ist die Entwicklung eines Unterrichtsanalyseverfahrens erforderlich.

Im Hinblick auf die Fragestellung sollen dabei ausschließlich lehrinhaltsbezogene Aspekte des Unterrichts erfaßt werden.

> Obwohl nicht-lehrinhaltsbezogene Variable unterrichtlichen Verhaltens wie z.B. affektive Komponenten der Lehrer-Schüler-Interaktion, Störungen, Disziplinprobleme usw. vermutlich Einfluß auf die Effektivität von Lehr-/Lernprozessen haben, wird von einer Erfassung solcher Variablen zunächst abgesehen, da dies hinsichtlich des Arbeitsaufwandes eine eigene Untersuchung erforderte.

Als Lehrinhalt wurden einige Grundbegriffe der Geometrie (Mathematik; Jahrgangsstufe 6 der Integrierten Gesamtschule Dillingen/Saar) gewählt, wobei mit ausschlaggebend war, daß es sich bei mathematischen Begriffen regelmäßig um wohldefinierte (d.h. "scharfe") Begriffe handelt.

Nachdem die Rahmenbedingungen und die Vorgehensweise der Studie bereits im Kapitel 1.2 beschrieben wurden, sind im folgenden noch einige technische Details der Unterrichtsaufzeichnungen und ihrer Aufbereitung nachzutragen.

---

39) Die Bezeichnung "deskriptiv" wird hier, anders als bei KLAUER (1973a), eher im Sinne idiographischer Beschreibung verwendet. KLAUER versteht unter "deskriptiver Erziehungswissenschaft" eher nomothetische Erziehungswissenschaft (vgl. KLAUER 1973a, S. 70, 73ff).

5.2 Einige (technische) Einzelheiten der Unterrichtsaufzeichnung und -protokollierung

Die Integrierte Gesamtschule in Dillingen (Saar), in der aus den bereits erläuterten Gründen (Kap. 1.2, S. 4f) die Unterrichtsaufzeichnungen stattfanden, besitzt einen Raum, der für Unterrichtsaufzeichnungen vorgesehen ist und durch entsprechende Einrichtungen (fest verlegte Kabel, Teppichboden, Wandverkleidung, Deckenplatten usw.) über zufriedenstellende technische und akustische Eigenschaften verfügt; lediglich der durch äußere Faktoren (Nähe einer Durchgangsstraße, Schulhof) bedingte Lärmpegel wirkt sich vor allem bei sommerlichen Temperaturen nachteilig aus: Unterrichtsaufzeichnungen bei auch nur teilweise geöffneten Fenstern sind nur unter Inkaufnahme von Einbußen bei der Tonqualität möglich.

Die von der Tafel aus gesehen rückwärtige Wand des Raums besteht aus einer durchgehenden Faltschiebetür, die ihn von einem anderen Klassenraum trennt, der während der Unterrichtsaufzeichnung ausschließlich als Regieraum benutzt wurde (s. Abb.10).

An je einer Wandkonsole in etwa 2,30 m Höhe waren die (zwei) Videokameras[40)] angebracht. Eine Kamera (K1, s. Abb.10) war fest montiert und erfaßte alle Schülerplätze gleichzeitig mit einem Weitwinkelobjektiv; die zweite (K2) war vom Regieraum aus in allen Funktionen fernsteuerbar (in zwei Richtungen schwenkbar, Vario-Objektiv, Blende und Bildschärfe), - sie diente der Erfassung von Tafelbildern und -anschrieben, Aktivitäten des Lehrers sowie der Tätigkeiten einzelner Schüler oder Schülergruppen (z.B. bei Einzelarbeit).

Die akustische Aufzeichnung erfolgte durch insgesamt sechs von der Decke abgehängte Mikrophone (M1 - M6, s. Abb. 10), die über ein Mischpult im Regieraum separat regulierbar waren.

Die Videoaufzeichnung erfolgte im "Direktschnittverfahren", d.h. während der Aufzeichnung war jeweils zu entscheiden, welches der beiden Kamerabilder auf Band gespeichert werden sollte, zur Steuerung wurde ein einfacher Kamerawahlschalter benutzt.

---

40) Liste der verwendeten Geräte siehe Anhang 9.1

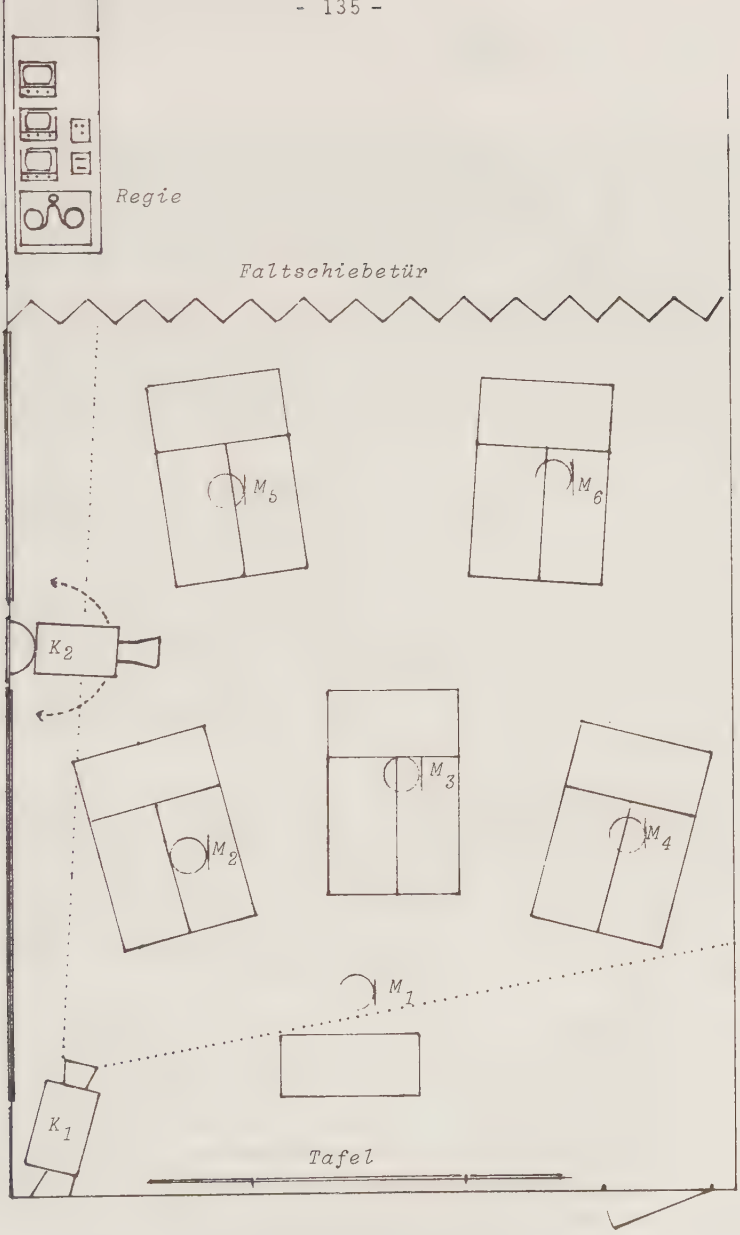


Abb.10: Skizze des Klassenraums, in dem die Unterrichtsaufzeichnungen erfolgten (Erläuterungen im Text)

Alternative Verfahren ("Parallelaufzeichnung" oder "Synchron-Aufzeichnung"; vgl. DAUM & RODEHUTSCORD 1975, S. 9ff) wurden wegen des z.T. beträchtlich höheren Aufwandes an Bandmaterial, Geräten und Zeit verworfen.

Das "Direktschnittverfahren" erfordert bei zwei Kameras den Einsatz eines Videorecorders und dreier Monitore, von denen zwei die verschiedenen Bilder der beiden Kameras zeigen, der dritte Monitor zeigt zur Kontrolle das Bild, das jeweils auf Band aufgezeichnet wird.

Die Tätigkeit des "Regisseurs" bestand somit darin, gleichzeitig

a) die Fernsteuerung der Kamera K2 zu bedienen,
b) die beiden Kamerabilder auf den Monitoren zu verfolgen und zu entscheiden, welches der beiden Bilder aufgezeichnet und wann umgeschaltet werden sollte,
c) die Tonqualität zu kontrollieren und dementsprechend das Tonmischpult zu bedienen.

Letzteres war dadurch erschwert, daß oft zu spät zu erkennen war, welcher Schüler sprach und - je nach Platz dieses Schülers - welcher Mischpultkanal dementsprechend zu "öffnen" war.

Zur Sicherheit bei bestimmten Pannen und zur Erleichterung der späteren Transskription wurde der Ton jeweils zusätzlich (getrennt vom Videorecorder) auf ein Tonband überspielt.

Für die Anfertigung der schriftlichen Unterrichtsprotokolle wurden die Videobänder abgehört - z.T. mußten auch wegen der besseren Tonqualität die entsprechenden Tonbandaufnahmen hinzugezogen werden - und handschriftlich protokolliert, wobei auch Tafelbilder, -anschriebe und wichtig erscheinende non-verbale Darbietungen (z.B. von Objekten) notiert wurden. Nach einer sorgfältigen Oberprüfung (Vergleich mit der Videoaufzeichnung) wurde das Protokoll dann in der endgültigen Form niedergeschrieben.

Um die zeitliche Dimension des Unterrichtsprozesses erfassen zu können, wurde mit Hilfe eines "Video-Timers" nachträglich die laufende Zeit in die Bandaufzeichnungen digital eingeblendet. Dies ermöglichte es, die gewählten Zeitintervalle in den schrift-

lichen Unterrichtsprotokollen zu markieren.

Die Anfertigung der Protokolle erfolgte überwiegend durch die Mitglieder der Arbeitsgruppe (einschließlich dem Autor) und zum Teil durch studentische Hilfskräfte der Fachrichtung Erziehungswissenschaft; Kontrolle, Oberspielungen und Zeitmarkierungen oblagen dem Autor.

5.3 Entwicklung eines mehrdimensionalen Analyseschemas

Voraussetzung für die Entwicklung eines Schemas zur beschreibenden Analyse von Unterrichtsprozessen ist die Entscheidung, welche Variablen erfaßt werden sollen.

Eine solche Entscheidung ist auf Annahmen zu stützen, die sich bei der vorliegenden Fragestellung durch Theorien und empirische Befunde zum Begriffserwerb, zur menschlichen Informationsverarbeitung und zu einigen spezifischen Merkmalen von Unterrichtsprozessen begründen lassen.

> Diese Annahmen haben lediglich eine heuristische Funktion: Sie dienen der Auswahl derjenigen Variablen, von denen angenommen werden kann, daß sie als Bedingungen des Lehrens und Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen lernwirksam sein könnten.
>
> Damit läßt sich rechtfertigen, daß die Annahmen stets als "ceteris paribus"-Aussagen formuliert sind. Sie sind jedenfalls nicht zu verwechseln mit den Hypothesen über Variablenzusammenhänge, die erst Ziel dieser Arbeit sind.

Die resultierenden Variablen werden - wenn möglich - so zu operationalisieren sein, daß ihre Ausprägungen als Kategorien eines Beobachtungs- bzw. Analyseschemas verwendbar sind.

Soweit es sich um komplexe ("abgeleitete") Variablen handelt, die nicht unmittelbar beobachtbare Sachverhalte betreffen, wird es zuvor erforderlich sein, die zugrundeliegenden ("fundamentalen") Variablen festzustellen.

Zur Operationalisierung abgeleiteter Variablen gehört dann eine Vorschrift zur Verknüpfung der einzelnen Werte der entsprechenden fundamentalen Variablen.[41)]

---

41) Die Bezeichnungen "fundamentale" und "abgeleitete" Variable wurden in Analogie zur meßtheoretischen Terminologie ("fundamentale" und "abgeleitete" Messung) gewählt (vgl. ORTH 1974, S. 18f).

5.3.1 Annahmen über einzelne lernwirksame Bedingungen (Variablen) des Lehrens und Lernens von Begriffen

5.3.1.1 Beispiele und Nicht-Beispiele

Obwohl zumindest von erwachsenen Personen unter bestimmten Bedingungen Begriffe auch ohne die Darbietung konkreter Beispiele gelernt werden können (s. 2.2.6, S. 52ff), betonen theoretische Ansätze und Modelle zum Begriffserwerb die Bedeutung von Beispielen und Nicht-Beispielen, indem sie Situationen des Begriffserwerbs in der Regel so abbilden, daß aufgrund einer (simultan oder sukzessive dargebotenen) Reihe von Beispielen und Nicht-Beispielen die klassifizierungsrelevanten Merkmale und/oder ihre Verknüpfungsregel zu identifizieren sind (s. 2.2).

Eine Vielzahl von Experimenten belegt, daß

- Anzahl,
- Art und
- Zusammenstellung

der dargebotenen Beispiele bzw. Nicht-Beispiele das Erlernen eines Begriffs in der Regel beeinflussen (s. 2.2.4, 2.2.5).

Es wird daher angenommen, daß - ceteris paribus - auch im Unterricht

a) innerhalb nicht näher bestimmbarer Grenzen die Lernleistung[42] umso höher ist, je mehr verschiedene Beispiele und Nicht-Beispiele dargeboten werden;

b) besondere, "logisch" bestimmbare Zusammenstellungen von Beispielen und Nicht-Beispielen bestimmter Art die Lernleistung fördern, indem bestimmte (vorhersagbare) Fehler vermieden werden;

c) die Darbietung eines "prototypischen" Beispiels die Lernleistung verbessern kann (s. 2.2.4, S. 48).

---

42) "Lernleistung" bezieht sich hier und im folgenden ohne nähere Differenzierung auf längerfristiges Behalten und Transfer.

5.3.1.2 Hervorhebung von Merkmalen

Experimente zum Einfluß verbaler Äußerungen auf den Begriffserwerb haben gezeigt, daß Definitionen bzw. das Nennen der relevanten Merkmale das Erlernen eines Begriffs fördern.

Diese Leistungsverbesserung wird im allgemeinen auf eine durch die Äußerungen bewirkte Hervorhebung der Merkmale erklärt (s. 2.2.6, S. 55).

Es kann daher - unter sonst gleichen Bedingungen - angenommen werden, daß auch im Unterricht

- die Hervorhebung der relevanten Merkmale eines Begriffs eine Verbesserung der Lernleistung zur Folge hat.

5.3.1.3 Fehler und informative Rückmeldung bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Begriffsidentifikation

Es kann als hinreichend gesichert gelten, daß sowohl positive als auch negative informative Rückmeldungen bei Aufgaben zur Begriffsidentifikation die Lernleistung verbessern können (s. 2.2.3).

Demgegenüber scheinen Modellvorstellungen über die Wirkungsweisen von Rückmeldungen auf komplexere verbale Äußerungen (z.B. Definitionsversuche) noch kaum entwickelt zu sein. Es ist jedoch plausibel, anzunehmen, daß auch unter solchen Bedingungen korrekte positive und negative Rückmeldungen die Lernleistung verbessern.

Logische Voraussetzung für (korrekte) negative Rückmeldungen sind in jedem Fall Fehler; die Art dieser Fehler (Oberdiskriminierung, Übergeneralisierung) bestimmt den möglichen Informationsgewinn durch negative Rückmeldungen (s. 2.2.3, 2.2.5).

Unter sonst gleichen Bedingungen läßt sich somit annehmen, daß

a) das Ausmaß und die Art der vorgekommenen (und korrekt rückgemeldeten) Fehler bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Identifikation von Beispielen bzw. Nicht-Beispielen eines Begriffs Einfluß haben auf die Lernleistung
und

b) die Häufigkeit positiver und negativer Rückmeldungen (positiv) korreliert mit der Lernleistung.

5.3.1.4 Veranschaulichung und Verwendung von Medien

Das unter sonst gleichen, insgesamt "unterrichtsnahen" Bedingungen verschiedener Arten der "Veranschaulichung" die Lernleistung im Sinne von Verstehen und Behalten zu fördern vermögen, konnten DÖKER und TAUSCH (1957) experimentell belegen.

Für eine spezifische Wirkung adäquater Veranschaulichungen im Sinne von "Strukturierungshilfen" sprechen neuere Untersuchungen von BRANSFORD und Mitarbeitern (BRANSFORD & JOHNSON 1972; BRANSFORD & JOHNSON 1973; vgl. auch BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 138ff).

Es kann daher angenommen werden, daß im Unterricht - ceteris paribus -

- geeignete Veranschaulichungen, sei es durch Tafelbilder oder durch reale "Objekte", die Lernleistung gefördert wird.

Die mutmaßliche Wirksamkeit des Einsatzes von "Medien" im Sinne von externen Informationsträgern bzw. -speichern läßt sich vor allem damit begründen, daß "Medien" im Vergleich zur akustischen Darbietung eine Verlängerung der Darbietungsdauer gestatten, wodurch wiederum die "Tiefe der(Informations-)Verarbeitung" (s. 3.4.1) günstig beeinflußt werden kann.

Annahme:

- Unter sonst gleichen Bedingungen sollte daher der Einsatz von "Medien" das Lernen und Behalten fördern.

5.3.1.5 Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion

Obwohl die Effektivität abgeleiteter Variablen wie "Direktivität" oder "Wärme" empirisch nicht belegt werden konnte (s. 4.2.1), scheint es plausibel, daß es zumindest in Wechselwirkung mit anderen Variablen nicht völlig gleichgültig ist, ob innerhalb der

Lehrer-Schüler-Interaktion "informierende" Beiträge des Lehrers überwiegen oder ob ein größerer Anteil der Interaktion auf Schülerbeiträge entfällt und wie die einzelnen Interaktionen aufeinander folgen.

Deskriptive Befunde ergaben im (herkömmlichen) lehrergesteuerten Unterricht bestimmte Regelmäßigkeiten hinsichtlich der Verteilung der Lehrer- und Schülerbeiträge[43]: Wenn solche Regelhaftigkeiten verallgemeinerbar wären, dann stellten sie möglicherweise eine Randbedingung dar, die im Hinblick auf die Generalisierbarkeit anderer Befunde zu kontrollieren wäre, zumal es sonst wenig Hinweise gibt, wann Unterricht im statistischen Sinne als "normal" gelten kann.

Annahme:

- Die Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion kann als Moderatorvariable die Effektivität von Lehr-/Lernprozessen beeinflussen.

5.3.1.6 "Handlungen" bzw. "Operationen"

Obwohl sich die hier vorgegebene Aufgabenstellung lediglich auf Bedingungen des Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen - im Sinne DÖRNERs auf den Aufbau "epistemischer Strukturen" (vgl. DÖRNER 1975, S. 86f - bezieht, so können doch auch bei der Einführung von Begriffen explizit bestimmte Aufgaben- oder Problemstellungen auftreten, die bestimmte "Handlungen" oder (geistige) "Operationen" erfordern.

- Es wird erwartet, daß - unter sonst gleichen Bedingungen - Art und Ausmaß solcher "Handlungen" oder "Operationen" im Unterricht die Behaltens- und Transferleistungen von Schülern beeinflussen.

---

43) Vgl. dazu die methodische Kritik von DUNKIN & BIDDLE (1974, S. 54-56); aber auch deren Einschätzung der Gültigkeit dieser Ergebnisse (ebd. S. 57).

5.3.1.7 Merkmale der verbalen Darbietung von Lehrinhalten

5.3.1.7.1 Sequentierung

Bei der verbalen Darbietung von Lehrinhalten hängt die Effektivität des Lehrens im Sinne eines längerfristigen und transferwirksamen Verhaltens offensichtlich davon ab, ob bzw. inwieweit die dargebotene Information verstanden wurde, d.h. inwieweit beim Rezipienten eine Verarbeitung der dargebotenen Information möglich ist, welche über eine Analyse von "Oberflächenmerkmalen" hinaus die (semantische) Bedeutung erschließt.

Soweit bekannt,nehmen alle Theorien des verbalen Lernens und Behaltens (s. 3.4) an, daß ein solches "Verstehen" a u c h eine Funktion des bereits vorhandenen Gedächtnisbesitzes des Rezipienten ist.

Da sich dieser Gedächtnisbesitz ("Vorwissen") aber während eines Lehr-/Lernprozesses ständig verändert, wird die Sequentierung der einzelnen Lehrinhalte von Bedeutung, auf deren Wichtigkeit insbesondere GAGNE hingewiesen hat (s. 3.1).

Auch AUSUBELs Prinzipien "Advance Organizer" und "Progressive Differenzierung" beinhalten Festlegungen der Reihenfolge bei der Darstellung von Lehrinhalten.

Mehr oder weniger klare Regeln zur Sequentierung von Lehrinhalten bilden schließlich auch den Kern der meisten idealtypischen "Lehrmethoden"; so etwa bei der "analytischen" und der "synthetischen" Methode, bei der "induktiven" und der "deduktiven Methode" sowie beim "Entdeckenlassenden" und dem "Darstellenden" Lehrverfahren (vgl. KLAUER 1974, S. 179-189).

- Es ist daher anzunehmen, daß - wiederum unter sonst gleichen Bedingungen - die Sequentierung der Lehrinhalte ("Lehrinhaltselemente") die Effektivität (verbaler) Lehr-/Lernprozesse beeinflußt.

5.3.1.7.2 Umfang des Lehrinhalts

Die Aufnahme und Verarbeitung (nicht nur) verbaler Informationen unterliegt jedoch stets gewissen quantitativen und qualitativen Beschränkungen:

Zum einen ist die Quantität der gleichzeitig verarbeitbaren Bedeutungseinheiten begrenzt: daraus folgt, daß auch der Umfang der innerhalb eines gegebenen Zeitintervalls verarbeitbaren Bedeutungseinheiten (hier: Lehrinhaltseinheiten) eingeschränkt sein muß.

Ohne daß damit notwendig eine lineare Beziehung unterstellt wird, kann somit angenommen werden, daß

- die Wirksamkeit von Lehr-/Lern-Prozessen (ceteris paribus) auch vom Umfang der Lehrinhaltseinheiten beeinflußt wird.

5.3.1.7.3 "Unterrichtstempo"

Da die für bestimmte Lehr-Lern-Prozesse zur Verfügung stehende Zeit stets begrenzt, innerhalb bestimmter Grenzen aber variabel ist, stellt sich auch die Frage nach eventuell bedeutsamen Beziehungen zwischen Merkmalen des Lehrstoffs und der für seine Vermittlung verfügbaren Zeit.

Ein Merkmal ist vermutlich die bereits genannte Quantität des Lehrstoffs (s.o.): CRAIK (1973; s. 3.4.1) nennt die für Analyseprozesse verfügbare Zeit als einen Faktor, der die Verarbeitungstiefe und damit die Behaltensdauer beeinflußt. Für Lehr-Lern-Prozesse bedeutet das, daß es sich auf die Effektivität des Lehrens (bzw. Lernens) unterschiedlich auswirken müßte, ob ein Lehrer die gleichen Lehrinhalte in relativ kurzer Zeit behandelt oder ob er dafür viel Zeit aufwendet.

> Unterschiede dieser Art nehmen anscheinend auch Schüler wahr, wenn sie davon sprechen, daß ein Lehrer (zu) schnell oder langsam "im Stoff vorgeht".

Darüber hinaus spielen jedoch auch die Vertrautheit und Bedeutsamkeit von "Reizen" eine Rolle:

Einem Rezipienten bereits vertraute, bedeutsame Informationseinheiten benötigen anscheinend eine kürzere Verarbeitungszeit um ein "tiefes" Verarbeitungsniveau zu erreichen als "neue", unvertraute Informationen.

Für die Lehr-Lern-Prozesse läßt sich daher die Vermutung begründen, daß

- die Wirksamkeit von Unterrichtsprozessen (auch) eine Funktion der zur Verfügung stehenden Zeit[44)] in Verbindung mit dem Umfang und der Vertrautheit des entsprechenden Lehrinhalts ist. Die entsprechende Variable soll als "Unterrichtstempo" bezeichnet werden.

---

44) Die Bedeutsamkeit der Variable "verfügbare Zeit" wurde bereits vor längerer Zeit von J.B. CARROLL (1963) im Rahmen seines "Modells schulischen Lernens" postuliert, welches eine wesentliche theoretische Grundlage für die Konzeption des "mastery learning" bildet (vgl. BLOOM 1970; BLOCK (Ed.) 1971). Für die Unterrichtsforschung wurde CARROLLs Ansatz neuerdings von HARNISCHFEGER & WILEY (1977) wieder aufgegriffen.

5.3.1.7.4 "Verknüpftheit"

Wenn es so ist, daß hinsichtlich ihrer Bedeutung zusammenhängende Texte nur dann unmittelbar verstanden werden, wenn die einzelnen Bedeutungseinheiten ("Propositionen") durch identische Elemente miteinander verbunden sind, während anderenfalls bei der Informationsverarbeitung implizite Folgerungen erforderlich sind, um ein als "Verstehen" zu bezeichnendes Verarbeitungsniveau zu erreichen (s. 3.4.1), dann müßte das Ausmaß an "Verknüpftheit" der verbalen Lehreräußerungen die Effektivität des Unterrichts beeinflussen:

Bei einem Unterricht, der durch eine extrem wenig "verknüpfte" Folge verbaler Lehreräußerungen gekennzeichnet ist, müßten die Schüler ständig aktiv "mitdenken", d.h. sie müßten - um die Bedeutung des Gesagten zu erfassen - die einzelnen Bedeutungseinheiten durch implizite Propositionen miteinander verknüpfen (wenn sie aufgrund ihrer Vorkenntnisse dazu überhaupt in der Lage sind).

Die Wahrscheinlichkeit von "Mißverständnissen" durch inadäquate implizite Verknüpfungen wäre dabei höher anzusetzen als in Fällen, in denen ein Lehrer seine Aussagen jeweils explizit aufeinander bezieht und miteinander verknüpft.

Andererseits könnte eine solche - stärker redundante - Vortragsweise wiederum eher "langweilig" und "ermüdend" wirken, wenn ein gewisser "Zwang zum Mitdenken" völlig fehlt (NIEGEMANN 1977, S. 135).

- Es wird daher ein nicht-linearer Zusammenhang zwischen dem Ausmaß an "Verknüpftheit" der Lehreraussagen und den entsprechenden Lernleistungen der Schüler vermutet.

5.3.1.7.5 "Lehrinhaltskonforme Vernetzung"

Bei der verbalen Darbietung von Lehrinhalten im Sinne einer Folge von Aussagen könnte "Verknüpfung" auch noch in anderer Hinsicht von Belang sein:

Läßt sich ein gegebener Lehrinhalt durch eine Netzwerkdarstellung abbilden (s. 3.3.2), so kann ein Lehrziel, welches das "Verstehen" dieses Lehrinhalts fordert, bei einem Schüler dann als erreicht gelten, wenn dieser über eine (Teil-)Gedächtnisstruktur verfügt, die der Struktur des Lehrinhalts homomorph[4] ist; oder besser - im Sinne der Rekonstruktionshypothese (s. 3.4.1)-formuliert: Wenn der Schüler in der Lage ist, Aussagen zu generieren, deren Gesamtstruktur dem ursprünglichen Netzwerk des Lehrinhalts homomorph ist.

Ein Erreichen des Lehrziels in diesem Sinne scheint nun dann am ehesten zu erwarten, wenn bei der Darbietung des Lehrinhalts die einzelnen, aufeinanderfolgenden Aussagen jeweils relationstreuen Teilstrukturen ("Teilnetze"; Propositionen) der Gesamtstruktur des Lehrinhalts entsprechen. Je nachdem, inwieweit dies der Fall ist, soll von mehr oder minder lehrinhaltskonformer Vernetzung gesprochen werden.

> Vermutlich ist dies aber nur eine notwendige und keine hinreichende Bedingung: Es scheint plausibel, anzunehmen, daß für den Lernerfolg darüber hinaus auch eine sich anschließende integrative Gesamtdarstellung der einzelnen Teilaussagen notwendig oder zumindest nützlich ist (vgl. AEBLI 1976, S. 201ff).

- Es wird daher angenommen, daß Lehrziele auf der Stufe "Verstehen" (vgl. BLOOM et al. 1972) umso eher erreicht werden, je mehr die Art der Darbietung dem Kriterium einer "lehrinhaltskonformen Vernetzung" entspricht.

5.3.2 Zusammenstellung der Variablen

Die in Abschnitt 5.3.1 dargestellten und begründeten Annahmen beinhalten eine Reihe von unabhängigen Variablen, aus deren Operationalisierung schließlich die Kategorien des zu entwickelnden Unterrichtsanalyseschemas resultieren sollen.

---

4) "Relationstreue" Abbildung; zur exakten Definition vgl. KLAUS (1969, S. 250f).

Dazu wird zunächst zu prüfen sein, welche dieser Variablen "unmittelbar" beobachtbar erscheinen und welche Variablen komplexerer Art sind. Bei letzteren wird festzustellen sein, welche einfacheren Variablen ihnen zugrundeliegen, so daß sich schließlich die Liste der "fundamentalen" Variablen ergibt, deren Ausprägungen als Beobachtungs- bzw. Analysekategorien operational definiert werden sollen.

Folgende unabhängige Variablen sind in den Annahmen enthalten:

- Anzahl der dargebotenen Beispiele,
- Anzahl der dargebotenen Nicht-Beispiele,
- Art der dargebotenen Beispiele,
- Art der dargebotenen Nicht-Beispiele,
- Zusammenstellung der Menge der dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele,
- Hervorhebung der relevanten Merkmale des zu lernenden Begriffs,
- Art und Häufigkeit von Fehlern bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Identifizierung von Beispielen oder Nicht-Beispielen im Unterricht,
- Ausmaß (korrekter) positiver und negativer Rückmeldung,
- Darbietung von "Anschauungsmaterial",
- Einsatz von "Medien",
- Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion,
- "Handlungen" und "Operationen",
- Sequentierung des Lehrinhalts,
- "Umfang" des Lehrinhalts,
- Unterrichtstempo,
- "Verknüpftheit",
- "lehrinhaltskonforme Vernetzung".

"Unmittelbar" in Beobachtungskategorien umsetzbar scheinen dabei die Variable

Anzahl und Art der Beispiele und Nicht-Beispiele;
Positive und negative Rückmeldung;
Medien und Materialien;
Art und Häufigkeit der Fehler von Schülern;
"Handlungen und Operationen".

Als Resultat der Erfassung von "Anzahl und Art der Beispiele und Nicht-Beispiele" ergibt sich die "Zusammenstellung der Menge der dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele".

Die übrigen Variablen sind insofern "abgeleitet", als sich ihre jeweiligen Ausprägungen entweder aus einer Verknüpfung mehrerer fundamentaler Variablen ergeben oder aus Relationen zwischen den Ausprägungen einer fundamentalen Variable.

So wird die "Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion" aufgrund der Abfolge einzelner, mehr oder weniger stark spezifizierter Interaktionen zu bestimmen sein. Die restlichen Variablen:

Hervorhebung relevanter Merkmale;
Sequentierung des Lehrinhalts;
Umfang des Lehrinhalts;
Unterrichtstempo;
Verknüpftheit und lehrzielkonforme Vernetzung des Lehrinhalts

beziehen sich sämtlich auf Aspekte des Lehrinhalts bzw. seiner Elemente oder Einheiten; diese stellen somit - in ihrer Abfolge erfaßt - eine fundamentale Variable dar. Die Variable "Unterrichtstempo" erfordert darüber hinaus eine Erfassung der laufenden Zeit in geeigneten Intervallen.

Insgesamt ergeben sich damit folgende "fundamentalen" Variablen:

(1) Art und Anzahl der im Unterricht dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele,

(2) Verwendung von Medien und "Anschauungsmaterialien",

(3) Positive und negative Rückmeldung,

(4) "Handlungen" und Operationen,

(5) Laufende Zeit

(6) "Elemente" des Lehrinhalts,

(7) Lehrer-Schüler-Interaktionen.

Vor Inangriffnahme der Operationalisierung dieser Variablen sind noch einige allgemeine methodische Probleme der Konstruktion eines Unterrichtsanalyseschemas darzustellen.

5.3.3 Allgemeine methodische Probleme der Konstruktion eines Unterrichtsanalyseschemas

Die systematische Analyse von audiovisuellen Unterrichtsaufzeichnungen und schriftlichen Unterrichtsprotokollen beinhaltet im wesentlichen die gleichen Probleme wie eine unvermittelte systematische Beobachtung; es ist allerdings zu berücksichtigen, daß auch Videoaufnahmen selektiv sind und nicht das gesamte Unterrichtsgeschehen wiedergeben.

Da im vorliegenden Fall jedoch ausschließlich lehrinhaltsbezogene Aspekte des Unterrichts erfaßt werden sollen, scheint die Annahme gerechtfertigt, daß bei Aufzeichnung der verbalen Lehrer-Schüler-Interaktionen sowie der Tafelanschriebe, Tafelbilder und Demonstrationsobjekte keine wesentliche systematische Verzerrung durch das Aufnahmeverfahren zu erwarten ist.

Die im einzelnen zu analysierenden Variablen wurden in Abschnitt 5.3.2 zusammengestellt. Da es sich um mehrere handelt, wird ein Analyseinstrument mit m u l t i p l e r K o d i e r u n g zu entwickeln sein.

Grundsätzlich wäre dabei wünschenswert, daß die Mengen der diskriminierbaren Ausprägungen jeder Variablen (Kategorien) " F a c e t t e n " im Sinne GUTTMANs bilden.

> GUTTMANs Terminologie folgend bildet eine Menge von Kategorien dann eine Facette, wenn die einzelnen Kategorien sich gegenseitig ausschließen und wenn alle interessierenden Beobachtungsereignisse durch genau eine Kategorie repräsentiert werden (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 73; PERLBERG & BAR-ON 1976, S. 563ff).

Da das hier zu entwickelnde Analyseschema jedoch zunächst lediglich ein Hilfsmittel für das Studium einer speziellen Fragestellung ist, also nicht für eine universelle Anwendung gedacht ist, wird es bei einzelnen Variablen nicht immer möglich sein, die Kriterien des "Facetten"-Ansatzes voll zu erfüllen.

Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Validität des Schemas werden jeweils im einzelnen zu diskutieren sein.

Ein spezielles Problem bei der Entwicklung von Instrumenten zur Verhaltensbeobachtung und -analyse betrifft die Wahl der Einheiten, d.h. die Festlegung des kleinsten, für die Beobachtung oder Analyse nicht mehr reduzierbaren Ereignisses (vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 286ff):

Es wird zu prüfen sein, ob im vorliegenden Fall "Zeiteinheiten", "phänomenale" bzw. "natürliche" oder "analytische" Einheiten zu bevorzugen sind.

Wie bei allen sozial- und verhaltenswissenschaftlichen Instrumenten der Datenerhebung stellt sich auch bei der Unterrichtsanalyse die Frage nach den Gütekriterien, deren Bestimmung gerade bei Beobachtungsverfahren besondere Probleme aufwirft.

5.3.3.1 Zur Wahl der Analyseeinheit

Die vorliegenden Verfahren zur Verhaltens- und Unterrichtsbeobachtung verwenden hauptsächlich drei verschiedene Typen von Analyseeinheiten:

- Zeiteinheiten.

  Der Unterricht wird dabei in gleichlange Zeitintervalle unterteilt; kodiert wird für jede Variable, die innerhalb eines Zeitintervalls dominierende Ausprägung (Kategorie). Die günstigste Länge der Zeitintervalle ist abhängig von der jeweiligen Fragestellung.

- Phänomenale ("natürliche") Einheiten.

  "Sätze", "Fragen", "Äußerungen eines Sprechers" usw. sind Beispiele sog. "phänomenaler" oder "natürlicher" Einheiten; von "natürlichen" Einheiten wird gesprochen, weil angenommen wird, daß auch ungeschulten Beobachtern ihre Unterscheidung und Abgrenzung unmittelbar evident ist (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 75f).

- "Analytische" Einheiten.

  Analytische Einheiten sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Abgrenzung aufgrund von Merkmalen erfolgt, die den jeweils analysierten Ereignissen inhärent sind; ein Kategorienwechsel erfolgt stets dann, wenn sich ein bestimmtes, definiertes Merkmal des beobachteten Ereignisses ändert. Welche Merkmale diesbezüglich relevant sind, muß sich aus der Fragestellung entsprechenden theoretischen Überlegungen ergeben (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 76f).

Da die Zeit in dem hier zu entwickelnden Analyseschema ohnehin eine wichtige Variable ist (s. 5.3.2), lag es nahe, zunächst die Verwendung von Zeiteinheiten zu prüfen.

Dies ließ sich jedoch nicht aufrechterhalten, da gleichzeitig auch Lehrinhalte erfaßt werden müssen:

> Wird eine relativ lange Zeiteinheit gewählt (z.B. eine Minute und mehr), so kann es vorkommen, daß innerhalb dieses Zeitintervalls mehrere Lehrinhaltskategorien zuordenbar wären; da aber nur eine Kategorie kodiert werden darf, wäre die Variable "Lehrinhalt" nicht mehr zuverlässig zu erfassen, da es kaum möglich sein wird, Kriterien zu bestimmen, welche Lehrinhaltseinheit gegenüber anderen als "dominierend" gelten soll.
>
> Wählt man dagegen eher kurze Zeiteinheiten (z.B. Fünf-Sekunden-Intervalle), so müßte man die ausführliche Besprechung einer bestimmten Lehrinhaltseinheit durch mehrmalige Kodierung der gleichen Kategorie abbilden. Bei einer quantitativen Analyse ließe sich dann aber nicht mehr unterscheiden, ob das dieser Kategorie entsprechende Ereignis tatsächlich mehrfach aufgetreten war oder nur einmal, aber über längere Zeit.

Gegen die Verwendung "natürlicher" Einheiten spricht vor allem, daß diese sich tatsächlich keineswegs so unproblematisch abgrenzen lassen, wie dies zunächst den Anschein hat; empirische Untersuchungen zeigten, daß verschiedene Personen das gleiche beobachtete Verhalten sehr unterschiedlich strukturierten (vgl. FIEGUTH 1977, S. 35; von CRANACH & FRENZ 1969).

Auch die Verwendung "analytischer" Einheiten ist nicht unproblematisch, wenn es sich - wie hier - um ein m e h r d i m e n s i o n a l e s Kategorienschema handelt:

Da jede "Dimension" einen anderen Verhaltensaspekt betrifft, überlappen sich die einzelnen Analyseeinheiten der einzelnen Variablen in der Regel sehr stark. Das bedeutet aber, daß die maßgeblichen resultierenden - per definitionem nicht weiter auflösbaren - Verhaltenseinheiten umso kleiner werden, je mehr Dimensionen ein Analyseschema umfaßt.

Bei einer relativ großen Anzahl von Variablen wäre folglich zu erwarten, daß die einzelnen Analyseeinheiten so kurz würden, daß sie die gleichen Nachteile aufwiesen, wie sehr kurze Zeiteinheiten: Lehrinhaltseinheiten würden z.B. "zerhackt" und

ließen eine hinreichend zuverlässige quantitative Auswertung nicht mehr zu.

Als pragmatische Lösung wird daher eine mehrstufige Definition der Analyseeinheit vorgeschlagen, bei der der Beginn einer neuen Analyseeinheit durch den Wechsel einiger, aber nicht aller Variablen festgelegt wird. Dadurch kann verhindert werden, daß die Analyseeinheiten zeitlich zu kurz werden und es wird von vornherein festgelegt, bei welchen Variablen eine gewisse Einschränkung der Zuverlässigkeit in Kauf genommen wird.

Die genaue Definition (Entscheidungsregel) setzt allerdings die Operationalisierung der Variablen voraus und wird daher später erläutert (s. 5.3.5.1).

5.3.3.2 Gütekriterien von Beobachtungs- bzw. Analyseinstrumenten

Wie bei allen Instrumenten zur Datenerhebung (Tests, Fragebogen usw.) ist auch bei einem Kategorienschema zur Beobachtung bzw. Analyse von Unterricht die Frage zu stellen, inwieweit die Gütekriterien

- Zuverlässigkeit (Reliabilität) und
- Gültigkeit (Validität)

gewährleistet sind (vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 300ff; MEES 1977, S. 43ff).

Maße für die Zuverlässigkeit oder Genauigkeit werden in der Regel auf der Grundlage des Ausmaßes der Übereinstimmung von zwei oder mehreren Beobachtern (oder Auswertern) berechnet (vgl. MERKENS 1972, S. 78; zur quantitativen Bestimmung vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 302ff; MEES 1977, S. 45ff).

Andere Maße, wie z.B. Stabilitätskoeffizienten (MEDLEY & MITZEL 1970, S. 660f) scheinen dagegen zumindest bei Unterrichtsbeobachtungen weniger geeignet zu sein, weil Instabilität (des Unterrichtsverlaufs oder des Lehrerverhaltens) hierbei gerade ein Charakteristikum des Untersuchungsgegenstandes sein kann (vgl. FRECH & TEIGELER 1974, S. 181f).

Demgegenüber ist eine mit dem normalerweise in der Unterrichtsforschung verfügbaren Aufwand praktizierbare Messung der (internen) Validität von Unterrichtsanalysedaten ein noch weitgehend ungelöstes Problem (vgl. MERKENS 1974a, S. 14f).

So beanspruchen die meisten der bisher zum Einsatz gekommenen Beobachtungs- und Analyseverfahren lediglich logische Validität.

Dies läßt sich umso eher rechtfertigen, je weniger Inferenz die Kategorisierung der einzelnen Ereignisse erfordert (vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 305f):

> Die Kategorisierung des Sachverhaltes "wer spricht" (Lehrer oder Schüler) erfordert z.B. weniger implizite Folgerungen (Inferenz) für den Beobachter als eine Kategorisierung von "Loben", "Tadeln" oder "Sympathie äußern".

Vorschläge und Ansätze zu einer genaueren Validitätsbestimmung kranken meist daran, daß entweder der erforderliche Aufwand nicht zumutbar erscheint oder inhaltliche Voraussetzungen oft nicht realistisch sind.

> Eine Möglichkeit wird darin gesehen, bei zwei oder mehreren Beobachtungsereignissen die zu beobachtende Variable gezielt zu variieren, um dann festzustellen, inwieweit das Beobachtungsinstrument sensitiv ist für diese Variation (vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 306; MERKENS 1972, S. 79f; ähnlich auch FRECH & TEIGELER 1974, S. 182). Dieses Verfahren setzt aber voraus, daß das (variierte) Verhalten tatsächlich der Intention des VL entspricht; dies bei komplexen Verhaltensweisen zu beurteilen, erfordert aber streng genommen bereits eine valide Beobachtung. Bei "einfachen" Verhaltensalternativen (z.B. motorisches Verhalten) scheint es dagegen praktikabel (vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 306).
>
> Eine andere Möglichkeit bestände in einer Beobachtung derselben Variablen mit einem oder sogar mehreren alternativen Meßverfahren ("multiple Messung") - vorausgesetzt solche wären verfügbar (vgl. von CRANACH & FRENZ 1969, S. 306).
>
> Schließlich wird auch auf eine Konstruktvalidierung hingewiesen (von CRANACH & FRENZ 1969, S. 307), wobei aber zunächst eine bereits gut strukturierte Theorie (hier: des Unterrichtsverhaltens) vorliegen müßte.

Da gegenwärtig nur logische Validität erreichbar zu sein scheint, wird bei der Konstruktion des Analyseschemas zu beachten sein, daß die Anwendung der einzelnen Kategorien möglichst wenig Inferenz erfordert (s.o.).

5.3.4 Operationalisierung der "fundamentalen" Variablen

Die Operationalisierung der "fundamentalen", das heißt unmittelbar sinnlicher Erfahrung zugänglichen, variablen Merkmale von Unterrichtsprozessen erfolgt durch die Festlegung einer mehr oder minder großen Anzahl von Kategorien (Ausprägungen des jeweiligen Merkmals bzw. der Variable), die sich möglichst gegenseitig ausschließen sollten; außerdem sollte die Gesamtheit der Kategorien einer Variable insofern erschöpfend sein, als jeder Analyseeinheit eine bestimmte Ausprägung jeder Variable zugeordnet werden kann. "Restkategorien" sind allerdings möglich.

5.3.4.1 Lehrer-Schüler-Interaktion

Keine Prozeßvariable des Unterrichts ist wohl so oft und gleichzeitig so verschiedenartig operationalisiert worden, wie die "Lehrer-Schüler-Interaktion" (vgl. die Zusammenstellung von Beobachtungsinstrumenten von SIMON & BOYER 1970).

Die Verschiedenartigkeit liegt wohl darin begründet, daß in den meisten Fällen unterschiedliche abgeleitete Variablen, wie z.B. "Wärme", "Direktivität", "Steuerung" o.ä. erfaßt werden sollten, deren Ausprägungen aufgrund von Merkmalen der Lehrer-Schüler-Interaktion bestimmt wurden.

Im vorliegenden Fall wird die Lehrer-Schüler-Interaktion (bzw. ihre "Struktur") zum einen als eine zu kontrollierende Randbedingung von Lehr-/Lern-Prozessen betrachtet, zum anderen erfordert die Erfassung der Lehrinhalte eine Unterscheidung inhaltlicher Aussagen, Fragen und Antworten seitens des Lehrers oder der Schüler.

Unter diesen Gesichtspunkten ist jedoch eine starke Differenzierung innerhalb der Unterscheidung von Lehrer- und Schülerbeiträgen nicht unbedingt erforderlich.

Da zudem nicht-lehrinhaltsbezogene (etwa sozial-emotionale) Aspekte von Lehr-/Lern-Prozessen nicht berücksichtigt werden sollen, schien in Anlehnung an FUCHS et al. (1974) eine Unter-

scheidung von lediglich drei Typen von Lehrer- und Schülerbeiträgen ausreichend:

1. Informierende, dozierende erläuternde oder rückmeldende Äußerungen des Lehrers. ("I")
2. Aufforderungen zum Handeln, zur Ausführung geistiger oder physikalischer Operationen oder zum Beantworten von Fragen des Lehrers. ("A")
3. Schülerbeiträge; sowohl Antworten auf Fragen als auch von Schülern initiierte Beiträge. ("S")

5.3.4.2 Zeit

Da die laufende Zeit (in Stunden, Minuten, Sekunden) in die Videoaufzeichnung der Unterrichtsstunden eingeblendet war (s. 5.2) konnten auch in den schriftlichen Unterrichtsprotokollen unschwer Zeitintervalle markiert werden.

Nach mehreren Versuchen mit kürzeren und längeren Intervallen erwies sich ein Dreißig-Sekunden-Intervall insofern als günstig, als insgesamt maximal neunzig solcher Zeitintervalle je Unterrichtsstunde (zu 45 Minuten) mit durchschnittlich etwa vier verschiedenen Analyseeinheiten gerade noch überschaubar erschienen; ferner lassen sich erforderlichenfalls durch einfache Zusammenfassung von zwei oder vier solcher Zeiteinheiten Intervalle von einer bzw. zwei Minuten bilden.

Letzteres war auch im Hinblick auf die Variable "Unterrichtstempo" wichtig (s. 5.3.6.4).

Die Kodierung erfolgt durch Notierung der fortlaufenden Nummer des jeweiligen Dreißig-Sekunden-Intervalls für jede Analyseeinheit innerhalb des Unterrichtsprotokolls.

5.3.4.3 Verwendung von "Medien" und Materialien

"Medien", als externe Informationsträger oder -speicher definiert, umfassen Schulbücher, Arbeitsblätter, die Wandtafel, Anschauungsmaterial bis zu Diaserien, Filmen und computerunterstützten Unterrichtsprogrammen.

Da bereits vor der Festlegung der Kategorien dieser Variablen feststand, welche Medien und Materialien in dem zu analysierenden Unterricht benutzt würden, konnte sich die Definition der Kategorien auf diesen Bereich beschränken.

Es handelt sich um

- Tafelbild oder Tafelanschrieb, ("T")
- "Objekte" oder Gegenstände, mit deren Hilfe mathematische Sachverhalte demonstriert werden, ("O")
- Schülerhefte (oder Block), ("H")
- Arbeitsblätter (vom Lehrer angefertigt und vervielfältigt). ("B")

Bei rein verbaler Interaktion, ohne jede Verwendung von Medien bzw. Materialien, wird " " (blank) kodiert.

5.3.4.4 Lehrinhaltseinheiten

Die schwierigste Aufgabe bei der Konstruktion des Analyseverfahrens bestand darin, Einheiten des Lehrinhalts zu definieren, die den Kriterien für Kategorien eines Schemas zur systematischen Unterrichtsanalyse genügen.

In der Tat gibt es in der Literatur zur Unterrichtsforschung bisher nur wenige Beispiele einer konkreten Erfassung des Lehrinhalts durch vorher definierte Kategorien.[46)]

Voraussetzung dazu ist eine Lehrinhaltsanalyse mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens.

---

46) Für den Bereich des Fremdsprachenunterrichts vgl. ACHTENHAGEN & WIENOLD (1975); für den Bereich der Mathematik werden WRIGHT & PROCTOR (1961) zitiert (vgl. MEDLEY & MITZEL 1971). BELLACK et al. (1974) verwenden Kategorien, die angeben, welche "Thematik" jeweils im Unterricht angesprochen wird.

Nachdem zunächst das Notationssystem von RUMELHART et al. (1972; s. 3.3.2) verwendet wurde[47], zeigte sich bald, daß bei einer vorwiegend graphischen Darstellung einer Lehrinhaltsstruktur dem Vorteil einer simultanen Repräsentation der Elemente und Beziehungen zwischen den Elementen des Lehrinhalts der Nachteil gegenüberstand, daß einzelne Teilkomplexe (Teilstrukturen) mit identischen Elementen schwer voneinander getrennt darstellbar sind. Darüber hinaus ist die Entschlüsselung einer solchen Darstellung auch für Geübte nicht immer einfach.

Aus diesem Grunde wurde schließlich eine Form von Analyseverfahren gewählt, das sich am Notationssystem von KINTSCH (1974, 1976) orientiert.[48]

Dabei wurde zunächst der aus dem verbindlichen Curriculum entnommene Lehrtext in (z.T. ineinander verschachtelte) Bedeutungseinheiten ("Propositionen") zerlegt und in Anlehnung an KINTSCHs Regeln für die Notation aufgelistet.

Da sich aber bald zeigte, daß die Lehrer im Unterricht auch andere (zusätzliche und abweichende) als die durch den ursprünglichen Lehrtext festgelegten "Propositionen" verwendeten, also nicht nur andere Formulierungen, mußte die Menge der Lehrinhaltskategorien nach einer ersten Analyse der Unterrichtsprotokolle entsprechend erweitert werden.

> Besondere Schwierigkeiten ergaben sich aufgrund der Tatsache, daß im Unterricht wie auch im Alltag nicht "druckreif" gesprochen wird. Die Verfahren von RUMELHART et al. (1972), KINTSCH (1974, 1976), aber auch das von SCHOTT (1975) sind aber anscheinend sämtlich in erster Linie auf die Analyse von wohlformulierten Texten ausgerichtet.

---

47) Entsprechende Darstellungen von Lehrinhaltsstrukturen nach diesem Verfahren zeigen Abb. 5 (S. 36) und Abb.22 (S.241).

48) Prinzipiell läßt auch das LNR-Verfahren (RUMELHART et al. 1972) eine "lineare" Kodierung zu. Für Zwecke der Lehrstoffanalyse scheint jedoch das Verfahren von KINTSCH geeigneter.

Zu den wichtigsten Modifikationen gehören:

1. Neben verbalen Aussagen werden auch "Referenzobjekte" (hier: Beispiele oder Nicht-Beispiele für die einzelnen geometrischen Begriffe) notiert:

   Beispiel:

   a) WINKEL/W = A07
   b) HALBGERADE/H = A05

   Erläuterung:
   Die Großbuchstaben (W,H) führen Symbole ein, die lediglich innerhalb des Kodiersystems bei komplexeren Ausdrücken der Einfachheit halber das jeweilige Beispiel oder Nicht-Beispiel repräsentieren.

2. Im Gegensatz zu KINTSCH (1974) wird ausdrücklich unterschieden zwischen der Unterbegriff-Oberbegriff-Relation einerseits und der Begriff-Beispiel-Relation andererseits[49].

   Beispiele:

   c) (W(I), WINKEL) = B09
      "Das da (W)" ist ein Winkel.

   aber:

   d) (IE, WINKEL, PUNKTMENGE) = C06
      "Ein Winkel ist eine Punktmenge."

   Erläuterung:
   Von den Beispielen abgesehen, werden die kodierten Bedeutungseinheiten in Klammern gesetzt. Sie setzen sich in der Regel zusammen aus einer Relation und einer Reihe von Argumenten; lediglich die Begriff-Beispiel-Relation (Beispiel c) ist nicht speziell repräsentiert.
   Argumente können ihrerseits ganze Bedeutungseinheiten

49) Bei KINTSCH spielt die Begriff-Beispiel-Relation vermutlich deshalb keine Rolle, weil er ausschließlich mit gedruckten Texten arbeitet, konkrete Beispiele also garnicht vorkommen können.

sein, in diesen Fällen (Verschachtelung) wird meist der dreistellige alphanumerische Code (B09, C06) eingesetzt, um die Schreibweise nicht zu unübersichtlich zu gestalten.

Beispiel für eine Verschachtelung:

e) (VEREINIGUNG, H(I), H(J)) = S15
Klartext: Halbgerade I vereinigt mit Halbgerade J.

f) (ERZEUGEN, *S15 (I,J), GERADE(K)) = G20
Klartext: Die Vereinigung der Halbgeraden I und J erzeugt die Gerade K.

Aus diesem Beispiel wird auch die Funktion der Großbuchstaben I, J, K... (in Klammern gesetzt) deutlich: Es sind Parameter, die zur Unterscheidung verschiedener Beispiele ein und desselben Begriffs dienen. Bei der Kodierung von konkretem Unterricht werden die einzelnen Beispiele zur Unterscheidung fortlaufend durchnumeriert.

Wird eine Bedeutungseinheit als Argument verwendet (wie hier S15), so werden alle Parameter dieser entsprechenden Bedeutungseinheit hinter dem Code in Klammern angegeben (hier: I, J), wobei die Reihenfolge der Parameter stets der ihres Auftretens innerhalb der repräsentierten Proposition entspricht.

Die Parameter erfüllen jedoch noch eine weitere Funktion. Durch Besetzung mit bestimmten Symbolen (z.B. X, O) kann z.B. bei einer Frage des Lehrers erfaßt werden, nach welchem Argument gefragt wird (X); oder wenn eine abstrakte Aussage vorliegt, d.h. etwa in Beispiel e) von der Vereinigung beliebiger Halbgeraden die Rede ist (O).

Bei der Unterrichtsanalyse selbst werden lediglich der dreistellige Code (durch ein Gleichheitszeichen der kodierten Bedeutungseinheit zugeordnet) und die Parameter in das Auswertungsschema notiert; durch ein entsprechendes Computer-Programm ist es jedoch später möglich, die vollständige Schreibweise ausdrucken zu lassen. Der Buchstabe, mit dem jeder Code beginnt, bezeichnet jeweils eine bestimmte Klasse von Lehrinhaltskategorien.

Tab. 3 gibt eine Obersicht über die hier unterschiedenen Klassen.

Tab. 3: Klassen von Lehrinhaltseinheiten

Kennbuchstabe	Erläuterung der jeweiligen Klasse (klassenstiftendes Merkmal)
A	"Referenzobjekt"; Beispiel eines bestimmten Begriffs, jedoch nicht notwendigerweise als solches identifiziert
B	Begriff - Beispiel - Relation
C	Unterbegriff - Oberbegriff - Relation ("IST-EIN")
M	Begriff - Merkmal - Relation (auch bei komplexen Merkmalen)
T	Ganzes - Teil - Relation ("HAT", "BESTEHT AUS")
S	spezielle Mengen - Relationen ("Teilmenge", "Schnittmenge" usw.)
G	spezielle geometrische oder topologische Relationen ("liegt in", sich schneiden" usw.)
W	Begriff - Bezeichnung - Relation (Zuordnung von Bezeichnungen, Benennungen von Begriffen einschließlich Symbol-Bezeichnungen)
D	Definitionen, Definitionstexte
L	Begründungen ("WEIL")
Z	sonstige Lehrinhaltseinheiten

Wird eine Aussage (Lehrinhaltskategorie) verneint, so wird der entsprechende Code mit einem "Vorzeichen" versehen.

Beispiel:

f) N-C06 = NICHT: (IE, WINKEL, PUNKTMENGE)
'Ein Winkel ist keine Punktmenge."

Analog wird verfahren, wenn die Richtigkeit oder Falschheit einer Aussage ausdrücklich behauptet wird (Vorzeichen "T" oder "F") oder wenn nach einer Lehrinhaltskategorie als ganzes gefragt wird (Vorzeichen "X").

Die Auflistung aller (194) Lehrinhaltskategorien findet sich im Anhang (9.2).

5.3.4.5 Art und Anzahl der Beispiele

Da eine klare Kategorisierung spezieller Typen von Beispielen und Nicht-Beispielen, etwa in

- Prototypen,
- "nahe" Nicht-Beispiele,
- Grenzbeispiele u.ä.

nicht möglich erscheint (es handelt sich dabei um "unscharfe" Begriffe) wurde auf eine entsprechende Codierung im Rahmen des Analyseschemas verzichtet.

Die im jeweiligen Unterricht verwendeten Beispiele und Nicht-Beispiele werden jedoch zusammengestellt und nachträglich hinsichtlich ihrer Merkmalausprägungen getrennt untersucht, so daß Aussagen über die Art der Beispiele und Nicht-Beispiele möglich sind.

Die Anzahl der Beispiele und Nicht-Beispiele wird im Unterrichtsverlauf fortlaufend (getrennt) gezählt und der kumulierte Wert wird im Analyseschema notiert.

5.3.4.6 "Handlungen" bzw."Operationen"

Da eine umfassende systematische Analyse von Variablen unterrichtlicher Problemlöseprozesse im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden konnte[50], wurde lediglich versucht, aufgrund mehrerer, nicht-systematischer Beobachtungen der Unterrichtsaufzeichnungen,eine Reihe von Lehrer- bzw. Schülerverhaltensweisen zu "identifizieren" und abzugrenzen, die sich auf "Gegenstände" des Lehrinhalts beziehen, durch die Kodierung des Lehrinhalts selbst aber nicht erfaßt werden.

Die auf diese Weise zusammengestellte Liste von "Handlungen" kann sicherlich nicht beanspruchen, völlig disjunkte Einheiten zu umfassen; sie sollte jedoch genügen, um einige einschlägige Unterschiede zwischen verschiedenen Unterrichtsprotokollen wenigstens grob zu kennzeichnen.

Eine Zusammenstellung der entsprechenden Kategorien zeigt Tab. 4.

5.3.4.7 Informative Rückmeldung

Ob es sich bei einem Lehrerbeitrag um eine positive oder negative Rückmeldung handelt, wird durch die Kodierungen

"PR" (Positive Rückmeldung) bzw.

"NR" (Negative Rückmeldung)

gekennzeichnet.

Da das Ausmaß an positiver bzw. negativer Rückmeldung innerhalb eines Unterrichts interessiert, soll das Verhältnis der Auftretenshäufigkeit der beiden Kategorien (jeweils getrennt) zur Anzahl der Schülerbeiträge errechnet werden, da die Rückmeldungen sich stets auf diese beziehen.

50) Diese Aufgabenstellung wird derzeit von K.-L. JÜNGST im Rahmen des Forschungsprojektes "Bedingungen des Aufbaus dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Strukturen durch Unterricht" (Leitung: Prof. L. KÖTTER; gefördert seit 1977 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Schwerpunktprogramms "Lehr-Lern-Forschung") bearbeitet.

Tab. 4: Liste der "Handlungen" bzw. "Operationen" mit den entsprechenden Kodierungen

Kurzbeschreibung der einzelnen Kategorien	Kodierungen
- ZEIGEN eines Teils oder Merkmals eines Beispiels oder Nicht-Beispiels bzw. des Beispiels oder Nicht-Beispiels selbst	ZGE
- ZEIGEN einer konkreten Repräsentation eines Begriffs (z.B. konkretes Objekt oder Umgebungszustand)	ZRP
- NENNEN von konkreten Repräsentationen eines Begriffs	NRP
- KONSTRUIEREN; formales geometrisches Zeichnen	KON
- VERANSCHAULICHEN (z.B. durch eine Skizze; auch durch verbale Hinweise)	VAN
- Hinweise auf oder Darbietung von ANALOGIEN zu geometrischen Sachverhalten	ACO
- KONTRASTIEREN einer Aussage (durch Gegenbeispiel oder widersprechende Aussage)	KTR
- NENNEN eines oder mehrerer (weiterer) MERKMALE	NMK
- IDENTIFIKATION von (relevanten (MERKMALEN eines Begriffs	IDM
- IDENTIFIKATION eines Referenzobjekts als Beispiel oder Nicht-Beispiel; einschließlich "Finden" eines Beispiels oder Nicht-Beispiels	IDF
- Nennen oder bestimmen einer ENTSPRECHUNG (z.B. von Teilen eines Beispiels zu Teilen einer analogen Repräsentation des Begriffs)	ENT
- Nennen oder bestimmen der ANZAHL oder MÄCHTIGKEIT von etwas	ANZ
- "WORT-ASSOZIATION" ; Hinweis auf gleiche Wortbezeichnung in einem anderen Realitätsbereich, Homonym	WOA
- "GESTALT-ASSOZIATION"; naheliegende Assoziation einer bestimmten Bezeichnung aufgrund der "Gestalt" einer Figur	GEA
- VERGLEICHEN (von Referenzobjekten, Beispielen eines Begriffs, Beispielen und Nicht-Beispielen usw.)	VGL
- GRUPPIEREN von Referenzobjekten, Beispielen eines Begriffs	GRP
- BEGRÜNDEN einer Aussage oder eines Sachverhaltes	BEG
- LESEN, VORLESEN eines Textes	LES (COL)
- ERGÄNZEN eines (unvollständigen) Textes	COE
- FORMULIEREN eines bestimmten TEXTES	COT
- ABSCHREIBEN, ABZEICHNEN eines Textes bzw. Zeichnungen	CAB

5.3.4.8 Art und Ausmaß der Fehler im Unterricht

Bei der Identifikation von Beispielen bzw. Nicht-Beispielen von Begriffen sind bei jeder manifesten Einzelentscheidung zwei Fehlertypen unterscheidbar, die analog zur Kennzeichnung von Fehlern in der Testtheorie als Alpha- und Beta-Fehler bezeichnet werden (vgl. KLAUER 1974, S. 129).

> Ein Alpha-Fehler liegt dann vor, wenn ein Beispiel eines Begriffs irrigerweise für ein Nicht-Beispiel gehalten wird, ein Beta-Fehler im umgekehrten Fall.

Es werden daher die Kategorien

"FA" (Alpha-Fehler) und

"FB" (Beta-Fehler)

unterschieden.

Über die Beispielidentifikation hinausgehend können jedoch praktisch alle lehrinhaltsbezogenen Aussagen richtig (wahr) oder falsch sein.

Unter dem Aspekt des Begriffslernens interessieren dabei vor allem Aussagen über die Merkmale von Begriffen, wobei drei Fehlerkategorien unterschieden werden können:

- Ein relevantes Merkmal wird für irrelevant gehalten. "RI"
- Ein irrelevantes Merkmal wird für relevant gehalten. "IR"
- Eine Aussage ist anderweitig sachlich falsch. "FF"

Eine sachlich richtige Aufgabenbearbeitung durch Schüler erhält die Kodierung "RR".

Als weitere Kategorie wurde in diesem Bereich festgelegt:

- Unklare, bzgl. ihrer Richtigkeit nicht eindeutig beurteilbare Äußerung "UU".

Da es auch vorkommt, daß Lehrer im Unterricht sachlich falsche Informationen geben, wurden in der gleichen Rubrik auch Kodierungen für

- sachlich falsche Informationen durch Lehrer "FL"
  und
- ungenau oder unklar formulierte Lehreräußerung "UL"

vorgesehen.

5.3.5 Zur Vorgehensweise bei der Kodierung

5.3.5.1 Bestimmung der Analyseeinheiten

Wie bereits in Abschnitt 5.3.3.1 ausgeführt, soll die Bestimmung der Analyseeinheiten jeweils "mehrstufig" geschehen, d.h. ob eine neue Analyseeinheit beginnt, ist von mehreren, nacheinander zu prüfenden Merkmalen abhängig.

Eine neue Analyseeinheit beginnt jeweils dann, wenn

1. die Interaktions-Kategorien (I,A,S) wechseln (z. B. wenn ein Schüler auf eine Lehreraufforderung oder -information reagiert, wenn der Lehrer an einen informierenden Beitrag eine Frage oder Aufforderung anschließt oder wenn er einem Schüler auf dessen Beitrag hin Rückmeldung gibt)
   und/oder
2. die Lehrinhaltskategorie (Bedeutungseinheit) wechselt; als Wechsel der Lehrinhaltskategorie soll dabei auch gelten, wenn von einer bestimmten Aussage zu ihrer Verneinung übergegangen wird oder umgekehrt; insbesondere liegt auch dann ein Wechsel der Lehrinhaltskategorie vor, wenn sich der Wert eines Parameters innerhalb der gleichen Bedeutungseinheit ändert,
   und/oder

3. die Zeiteinheit wechselt (alle 30 Sekunden), wobei allerdings eine Toleranzgrenze von bis zu ± 10 Sekunden akzeptiert wird, um nicht ausschließlich wegen der exakten Grenzen eines Zeitintervalls zusätzliche Analyseeinheiten zu generieren.

Alle anderen Variablen sind für die Festlegung der Analyseeinheiten nicht ausschlaggebend; je Analyseeinheit kann jeweils nur eine ihrer möglichen Ausprägungen kodiert werden; treten tatsächlich mehrere Ausprägungen auf, ist die zeitlich überwiegende Kategorie zu wählen.

5.3.5.2 Analyseschema und Technik der Kodierung von Unterrichtsprotokollen

Aufgrund der oben genannten Merkmale werden in dem jeweils vorliegenden schriftlichen Unterrichtsprotokoll nacheinander die Analyseeinheiten bestimmt, für jede Analyseeinheit sofort die Ausprägungen (Kategorien) der einzelnen "fundamentalen" Variablen kodiert und in eine spezielle Kodierliste eingetragen, die bereits als Ablochliste für die Obertragung der Kodierungen auf Lochkarten eingerichtet ist (Zuordnung von Spalten der Lochkarte).

Diese Kodierliste ist folgendermaßen aufgeteilt:

Spalte	Kodierung
1, 2	laufende Nummer des Unterrichtsprotokolls
3 - 5	laufende Nummer der Zeiteinheit
6, 7	fortlaufende Nummerierung der Analyseeinheiten innerhalb einer Zeiteinheit
8	Markierung der letzten Analyseeinheit innerhalb eines Zeitintervalls (aus programmtechnischen Gründen)
9	Medien und Materialien

10	Lehrer-Schüler-Interaktion
11	"Vorzeichen" (Verneinung, Frage) zu Lehrinhaltskategorien
12 - 14	Lehrinhaltskategorien
15	
16 - 31	"Parameter" der Lehrinhalts-Kategorien
32 - 37	"Handlungen" bzw. Operationen
38, 39	informative Rückmeldung, Fehler von Schülern (und Lehrern)
40	Anzahl der Positiv-Beispiele (kumuliert)
41	Anzahl der Negativ-Beispiele (kumuliert)
42 - 44	neu eingeführter Begriff (Abkürzung)
45	datentechnische Markierung.

Ein Beispiel für eine Kodierung zeigt Abb. 11.

5.3.6 Operationalisierung der "abgeleiteten" Variablen

5.3.6.1 Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion

Die "Struktur" der Lehrer-Schüler-Interaktion läßt sich sowohl unter statischem als auch unter dynamischem Aspekt operationalisieren:

Statische Strukturmerkmale sind die relativen Auftretenshäufigkeiten der einzelnen Interaktionskategorien innerhalb eines Unterrichtsprotokolls.

Die dynamische Seite der Interaktion kann auf der Grundlage der bedingten relativen Obergangshäufigkeiten (von einer Kategorie zu der auf sie folgenden) durch Matrizen oder Diagramme abgebildet werden.

UP.		Lfd. Nr. ZE			inn. ZE			M	I A S	AUSSAGEN ±					PARAMETER																					Hdl. (1)			Hdl. (2)			Sp.		B	NB	Konz	Rel [1]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45			
	7			1		1		T	I		B	0	6			1																																
	7			1		2		T	I		G	2	1			2		1		1											K	0	N						1							
	7			1		3		T	I		B	1	4															3			K	0	N						1							
	7			1		4	A	T	I		W	1	5			1		2		3																			1							
	7			2		1		T	A		G	0	2			2		1		1								F							A	N	Z			1							
	7			2		2		T	S		G	0	2			2		1		1								3			A	N	Z						1							
	7			2		3		T	I		G	0	2			2		1		1								3											1							
	7			2		4		T	A	X	G	0	2			2		1		1								3						Z	G	E			1							
	7			2		5		T	S		G	0	2			2		1		1								3			Z	G	E						1							

Abb. 11 : Kodierliste mit Beispiel für die Kodierung
(aus Unterrichtsprotokoll Nr. 7)

Zum Beispiel kann die Folge:

I-I-A-S-I-A-S-I-I-I

folgendermaßen zunächst in einer Matrix der absoluten und - daraus errechnet - einer Matrix der bedingten relativen Übergangshäufigkeiten dargestellt werden:

Matrix der absoluten Übergangshäufigkeiten (Bsp.)

	I	A	S	
I	3	2	0	5
A	0	0	2	2
S	2	0	0	2
	5	2	2	

Über die Zeilen-Randsummen als Bezugsgröße läßt sich nun die Matrix der bedingten relativen Übergangshäufigkeiten angeben:

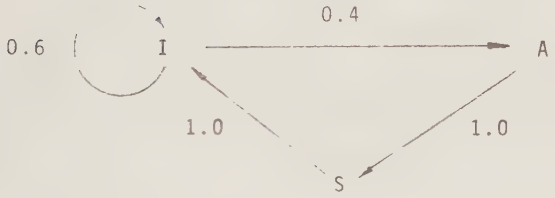
Matrix der bedingten relativen Übergangshäufigkeiten (Bsp.)

	I	A	S
I	0.6	0.4	0.0
A	0.0	0.0	1.0
S	1.0	0.0	0.0

Die Werte in den Zellen sind so zu interpretieren, daß wenn der Lehrer in einer Analyseeinheit "informiert" hat, in 60 % der Fälle sich ein weiterer Lehrerbeitrag derselben Kategorie anschloß, in 40 % der Fälle folgte eine "Aufforderung" an die Schüler; auf eine "Aufforderung" folgte in 100 % der Fälle ein Schü-

lerbeitrag, auf jeden Schülerbeitrag (100 %) eine "informative" Äußerung des Lehrers.

Dies läßt sich auch in einem Diagramm veranschaulichen:



5.3.6.2 Hervorhebung von Merkmalen

Da ein Merkmal eines zu lernenden Begriffs als umso mehr "hervorgehoben" gelten kann, je häufiger es im Unterricht genannt oder angesprochen wird, soll als Indikator für die "Hervorhebung" oder "Betonung" von Merkmalen die Häufigkeit des Vorkommens derjenigen Lehrinhaltskategorien gewählt werden, die sich auf Aussagen über Merkmale beziehen.

Dabei sind die absoluten Häufigkeiten allerdings nur begrenzt aussagekräftig:

Wird ein Begriff in relativ kurzer Zeit eingeführt, wobei aber immer wieder die relevanten Merkmale genannt und erläutert werden, dann könnte das u.U. lernwirksamer sein, als eine zeitaufwendigere Vorgehensweise, bei der auf die explizite Nennung und Hervorhebung der Merkmale aber weniger Gewicht gelegt wird.

Die absoluten Häufigkeiten der entsprechenden Kategorien können - wegen der unterschiedlichen Länge der Unterrichtsprotokolle - dennoch etwa gleich sein.

Daher soll als ein einfaches Maß für die Hervorhebung von Merkmalen des zu lernenden Begriffs der Anteil derjenigen Kategorien,

die sich auf Merkmale des entsprechenden Begriffs beziehen, an der Gesamtzahl der Lehrinhaltskategorien innerhalb des analysierten Unterrichtsprotokolls gelten.

5.3.6.3 Umfang des Lehrinhalts

Nach einem Vorschlag von KLAUER (1974, S. 104ff; s. 3.3.1) kann auf der Grundlage des in der Psycholinguistik verwendeten TYPE-TOKEN-Quotienten (TTQ) ein Maß für den "Umfang" des gesamten Lehrinhalts einer Unterrichtsstunde (bzw. eines Teils davon) definiert werden.

Der Type-Token-Quotient bezeichnet den Anteil verschiedener Wörter an der Gesamtzahl der Wörter eines Textes:

$$TTQ = \frac{\text{Anzahl verschiedener Wörter in einem Text}}{\text{Gesamtzahl der Wörter desselben Textes}}$$

wobei gilt $0.00 > TTQ \geq 1.00$.

Der "Umfang" der verwendeten Lehrinhalts-Einheiten läßt sich analog berechnen, wenn statt der Anzahl der verschiedenen Wörter die Mächtigkeit des"Repertoires" (r) eines Unterrichtsprotokolls angesetzt wird und statt der Gesamtzahl der Wörter die Anzahl der Lehrinhaltskategorien überhaupt (n).

KLAUER schlägt nun eine Transformation des TTQ zu einem "Verfilzungsmerkmal V" von Lehrstoff vor:

$$V = 1 - TTQ,$$

wobei gilt $0.00 \leq V < 1.00$.

Je öfter dieselben Lehrinhalts-Kategorien vorkommen, umso größer wird der Wert, umso "verfilzter" ist die Darbietung des Lehrinhalts in dem entsprechenden Unterricht (vgl. KLAUER 1974, S. 105).

Der Wert 0.00 tritt genau dann auf, wenn jede Lehrinhaltskategorie, die Element von R ist, genau einmal vorkommt; letzteres entspräche bei der Sequenzdarstellung (s. 5.3.6.5) einem völlig "linearen" Verlauf, dagegen nähert sich der Wert von V umso mehr 1.00, je mehr "Zirkel" oder "Schleifen" in der Sequenz auftreten (s. S.180f).

5.3.6.4 "Unterrichtstempo"

Das (mittlere) "Unterrichtstempo" soll ein Maß sein für die Anzahl der Lehrinhaltseinheiten, die (durchschnittlich) pro Zeiteinheit im Unterricht dargeboten bzw. verwendet werden.

Es böte sich demzufolge an, eine Maßzahl derart zu ermitteln, daß die Anzahl der in jedem Zeitintervall verwendeten Lehrinhaltskategorien ausgezählt und die Summe durch die Anzahl der Zeitintervalle dividiert wird.

Eine derart einfache Definition des Unterrichtstempos würde jedoch der Annahme, daß auch die Vertrautheit des entsprechenden Lehrinhalts von Bedeutung ist (s. 5.3.1.7.3) nicht gerecht.

Da angenommen werden kann, daß ein bestimmter Lehrinhalt (Lehrinhaltseinheit) den Schülern prinzipiell umso "vertrauter" ist, je öfter er bereits im Unterricht dargeboten oder verwendet wurde, kann dem unterschiedlichen Ausmaß an Vertrautheit so Rechnung getragen werden, daß jede Lehrinhaltseinheit gewichtet wird:

> Solche Oberlegungen erinnern an die Konzepte "subjektive Information" bzw. "didaktische Information" wie sie WELTNER (1970, 1975) eingeführt hat; allerdings sind "Vertrautheit" oder "Unvertrautheit" sehr viel gröbere, aber auch weit weniger aufwendig zu bestimmende Maße.
>
> Es wird daher bewußt darauf verzichtet,von Informationsmaßen zu sprechen (vgl. NIEGEMANN 1977, S. 136).

Die potentielle "Vertrautheit" wird bestimmt als eine Funktion der relativen Auftretenshäufigkeit derselben Lehrinhalts-Kategorie im jeweils bisherigen Verlauf der Unterrichtseinheit bzw. im bisher analysierten Teil des Unterrichts.[51)]

Für jedes Zeitintervall von festgelegter Länge wird eine Maßzahl folgendermaßen errechnet:

---

51) Zweifellos liegt hier eine Schwäche der Definition: Es kann nicht berücksichtigt werden, wie häufig eine Lehrinhalts-Kategorie vor der entsprechenden Unterrichtseinheit bzw. vor dem analysierten Teil im Unterricht oder gar außerhalb den Schülern dargeboten wurde. Dies wird bei der Interpretation der entsprechenden Werte zu berücksichtigen sein.

$$u\,(sec)_t = \sum_{i}^{k} (h_{L_{it}} \cdot 10)^{-1}$$

Dabei bedeuten:

$u\,(sec)_t$: ein Maß für die angenommene "Unvertrautheit" der dargebotenen bzw. verwendeten Lehrinhaltskategorien (L) innerhalb des (fortlaufend gezählten) Zeitintervalls t;

L_{it} : die Lehrinhaltskategorie L_i im Zeitintervall t;

$h_{L_{it}}$: die relative Häufigkeit des Auftretens von L_i bis zum Auftreten von L_{it} einschließlich;

k : Anzahl der Lehrinhaltskategorien innerhalb des Zeitintervalls t;

i : Laufindex der Lehrinhaltskategorie;

10 : Konstante;

(sec) : das gewählte Zeitintervall in Sekunden, z.B. (30), (60), (120).

Die Multiplikation der relativen Häufigkeit h mit der Konstanten 10 bewirkt lediglich eine Transformation der Werte in eine "leichter handhabbare" Größenordnung ($0 \leqq u < 300$).

Das (mittlere) "Unterrichtstempo" (U) sei das arithmetische Mittel von $u\,(sec)_t$ über alle Zeitintervalle t:

$$U = \bar{u} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} u(sec)_t$$

Da die Werte von $u\,(sec)_t$ im Verlaufe eines Unterrichtsprotokolls eine unterschiedliche Variation aufweisen können, wird zusätzlich für jedes Unterrichtsprotokoll die Standardabweichung der Werte von $u(sec)_t$ anzugeben sein.

$$s_{u(sec)_t} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N} (u(sec)_t - U)^2}{N}}$$

Diese Variation der $u(sec)_t$-Werte läßt sich überdies durch eine Verlaufskurve des "Unterrichtstempos" darstellen, bei der auf der Abszisse die Zeitintervalle (fortlaufend) abgetragen sind und auf der Ordinate der Wertebereich für $u(sec)_t$ (s. Abb.12).

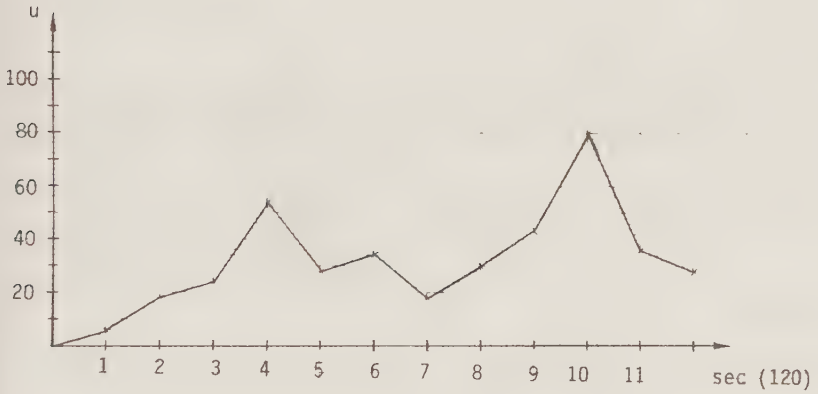


Abb. 12: (Fiktives) Beispiel einer Verlaufskurve des Unterrichtstempos

Zur gegebenenfalls wünschenswert erscheinenden "Glättung" der Verlaufskurve sollen isotone Transformationen erlaubt sein.

5.3.6.5 Sequenz der Lehrinhalte

Die Operationalisierung der Variablen "Sequenz der Lehrinhaltseinheiten" soll zweierlei leisten:

Zum einen soll es möglich sein, die Abfolge der Lehrinhaltskategorien in dem analysierten Unterricht beschreibend in übersichtlicher Weise darzustellen.

Zum anderen soll diese Darstellung prinzipiell die Erfassung bzw. Identifizierung potentiell relevanter Sequenzmerkmale ermöglichen (z.B. hinsichtlich des Fortschreitens von einer Bedeutungseinheit zur nächsten, kürzerem oder längerem Verharren bei einer

bestimmten Bedeutungseinheit, Zurückgreifen auf bereits früher eingeführte Bedeutungen usw.).

Die Rohdaten-Sequenz besteht jeweils aus n aufeinanderfolgenden Codes für Lehrinhaltskategorien (z.B.: A01-B02-B03-G04-B03 ...), die formal als Elemente einer Menge R mit der Mächtigkeit $|R| = r$ betrachtet werden können.

Die Menge R heißt das "Repertoire" eines Unterrichtsprotokolls und umfaßt alle in dem analysierten Unterrichtsprotokoll mindestens einmal vorgekommenen Lehrinhaltskategorien.

Eine einfache Darstellung der Sequenz besteht nun darin, alle r Elemente in der Menge R in der Reihenfolge ihres ersten Auftretens innerhalb des jeweiligen Unterrichts anzuordnen, eventuell ergänzt um eine Angabe der Auftretenshäufigkeit jeder Kategorie.

Eine derartige Auflistung kann für bestimmte Fragestellungen (z.B. Problem der Lernhierarchien i.S. GAGNEs; s. 3.1) durchaus genügen.

Sollen jedoch Regelmäßigkeiten von bzw. in Sequenzen ermittelt werden, so sind komplexere Darstellungsweisen erforderlich.

Sequenzstatistische Verfahren benutzen häufig Matrizendarstellungen, wobei in den Zellen der Matrix die (bedingten oder unbedingten) relativen Übergangshäufigkeiten von einer Kategorie zu einer anderen aufgeführt sind (vgl. die Operationalisierung der "Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion"; 5.3.5.1).

In der Unterrichtsforschung wurden als probabilistische sequenzstatistische Modelle "MARKOFF-Ketten" bereits häufiger verwendet (u.a. BELLACK et al. 1974; KOMULAINEN 1971, 1973; PETRAT et al. 1977).

> Eine Folge von unabhängigen Ereignissen ("Zustände") bildet eine MARKOFF-Kette, wenn die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des Ereignisses $e_i^{(k+1)}$ (mit i = 0,1,2,3,...n) im (k+1)ten "Schritt" (k = 1,2,3,...) nur davon abhängt, welches Ereignis im k-ten Schritt eintrat. Trat im k-ten Schritt das Ereignis e_j auf, so ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von e_i im unmittelbar darauf folgenden Schritt (k+1) gleich der bedingten Wahrscheinlichkeit $P(e_i^{(k+1)} \mid e_j^{(k)})$.
>
> (LEHMANN 1973, S. 7; vgl. auch MITTENECKER & RAAB 1973, S. 26ff; MENGES 1972, S. 152ff).

In diesem statistischen Modell hängt also die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines bestimmten "Zustandes" (das entspräche hier einer bestimmten Lehrinhaltskategorie) ausschließlich von der Art (vom "Wert") ihres unmittelbaren Vorgängers ab, sie ist per definitionem sowohl unabhängig von der Anzahl der bisher durchlaufenen Schritte als auch von deren Art.

Diese Modelleigenschaften stehen nun aber, soweit es sich um inhaltliche Aspekte des Unterrichtens handelt, in direktem Widerspruch zur Annahme, daß Unterrichtsprozesse gerade hinsichtlich der Abfolge der einzelnen Elemente des Lehrinhalts wenigstens in groben Zügen im voraus geplante interaktive Prozesse sind, deren weiterer Verlauf in der Regel sehr wohl von früheren Schritten abhängig ist (vgl. etwa FUCHS et al. 1974).

Da die inhaltliche Gültigkeit des Modells aber nicht formal getestet werden kann, bedeutet das, daß die Verwendung von MARKOFF-Ketten als Modell für die Sequenz der Darbietung von Lehrinhalten im Unterricht nicht begründet werden kann und sich damit verbietet.

Ein einfaches Verfahren der Sequenzdarstellung hat FLANDERS (1970) entwickelt, der von einfachen relativen Übergangshäufigkeiten ausgeht und dann innerhalb der Matrix der Übergangshäufigkeiten typische Verlaufsstrukturen rekonstruiert (vgl. FLANDERS 1970, S. 90f, 96, 118; HANKE et al. 1973).

FLANDERS' Verfahren beruht allerdings darauf, daß stets dieselben (zehn) Kategorien verwendet werden, so daß Unterrichtsverläufe im Rahmen der entsprechenden theoretischen Annahmen verglichen werden können, ohne daß eine wirklich exakte Rekonstruktion der Sequenz nötig ist.

Wollte man dieses Verfahren für die Darstellung der Sequenz der Lehrinhaltskategorien verwenden, so erhielte man entweder eine 146 x 146-Matrix (aus allen möglichen Kategorien), die weder überschaubar noch ohne weiteres verrechenbar wäre oder für jeden Unterricht eine andere, kleinere Matrix (aus den jeweils vorgekommenen Kategorien), wobei

dann wegen der nicht exakten Rekonstruierbarkeit der Sequenz eine Vergleichbarkeit nicht gegeben wäre.

Dennoch erlaubt die letztgenannte Variante, - eine Übergangsmatrix aus dem jeweiligen Repertoire an Lehrinhaltskategorien - dann eine beschreibende Darstellung der Sequenz der Darbietung von Lehrinhaltseinheiten, wenn die Zuordnung der Lehrinhaltskategorien zu den Zeilen und Spalten der Matrix der Reihenfolge des erstmaligen Auftretens dieser Lehrinhaltskategorien in dem analysierten Unterrichtsprotokoll entspricht.

Beispiel:

Gegeben sei die Sequenz

C07 - B09 - B09 - M19 - B09 - B09 - B09 - T15 - B09 - T15 - ...

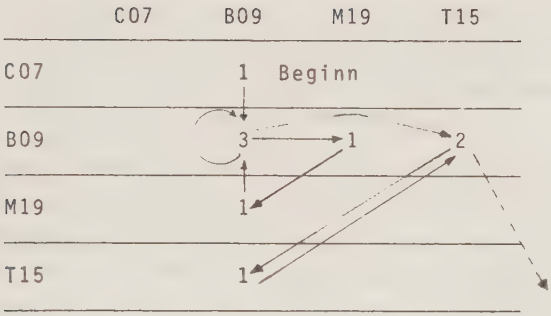
Insgesamt vier Kategorien treten in folgender Reihenfolge auf:

C07, B09, M19, T15.

Es ergibt sich folgende Matrix der (absoluten) Übergangshäufigkeiten:

	C07	B09	M19	T15
C07		1		
B09		3	1	2
M19		1		
T15		1		

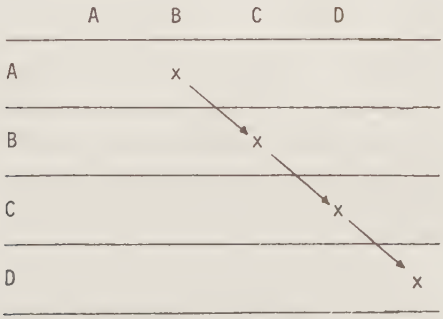
Die ursprüngliche Sequenz kann nun durch Pfeile zwischen den von Null verschiedenen Zellen der Matrix abgebildet werden:



Obwohl hierbei normalerweise für jedes Unterrichtsprotokoll eine andere Matrix erzeugt wird, scheint diese Form der Darstellung insofern auch für die Erfassung eventuell regelhafter Sequenzmerkmale geeignet, als bestimmte(idealtypische) Unterrichtsverläufe charakteristischen "Wegen" entsprechen, die sich mit tatsächlichen Verläufen vergleichen lassen, wobei die einfache Sequenz der Lehrinhalte, die sich in der Anordnung der Zeilen und Spalten ausdrückt, vorweg für sich interpretiert werden muß.

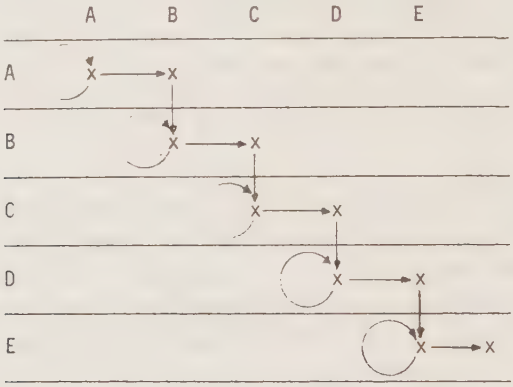
So wäre theoretisch etwa ein Unterrichtsverlauf (oder ein Teil davon) denkbar, bei dem von einer Lehrinhaltskategorie stets unmittelbar zur nächsten fortgeschritten wird; dies entspräche in der Darstellung einem linearen Verlauf parallel zur Hauptdiagonalen der Matrix.

Beispiel:



Würde dagegen jedes "Element" des Lehrinhalts etwas länger behandelt, bevor zum nächsten übergegangen wird, so entspräche das einem "treppenförmigen" Verlauf.

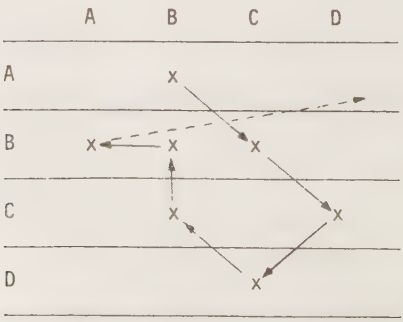
Beispiel:



Das Aufeinanderfolgen der gleichen Lehrinhaltskategorie ("Zirkel") wird dabei durch einen Ringpfeil gekennzeichnet.

Werden während des Unterrichts bereits früher behandelte Elemente des Lehrinhalts wieder angesprochen, so ergeben sich "Schleifen", die leicht erkennbar sind, da der "Weg" dann stets zunächst zu Zellen unterhalb der Hauptdiagonale führt, die bei einem rein "progressiven" Verlauf gar nicht berührt werden können.

Beispiel:



Sollte sich diese Form der Darstellung als brauchbar erweisen, wäre es denkbar, daß sich - je nach inhaltlicher Fragestellung - auch Maße definieren ließen, die etwa die Häufigkeit von "Schleifen" oder das Aufeinanderfolgen der gleichen Lehrinhaltskategorien ("Zirkel") erfassen könnten.[52)]

Die Sequenz-Darstellung kann aber auch Aufschluß darüber geben, wieviele und welche Lehrinhaltseinheiten (bzw. -kategorien) jeweils pro Zeiteinheit neu (d.h. zum ersten Mal innerhalb des analysierten Unterrichtsprotokolls) eingeführt wurden, w e n n die jeweilige Matrix sukzessive Zeiteinheit um Zeiteinheit "aufgebaut" wird (s. Abb.13).

Die Sequenzmatrix für das erste Zeitintervall besteht lediglich aus den Lehrinhaltskategorien, die in diesem Zeitintervall vorkommen; in jedem folgenden Zeitintervall wird die Matrix dann um soviele Spalten und Zeilen erweitert, wie dort neue Lehrinhaltskategorien vorkommen. Markiert man die Grenzen der einzelnen Zeitintervalle jeweils, so zeigen sich in der Regel sowohl Zeitintervalle, in denen vergleichsweise viele Lehrinhaltseinheiten neu eingeführt werden, als auch solche, in denen überhaupt keine neuen Lehrinhaltskategorien kodiert wurden.

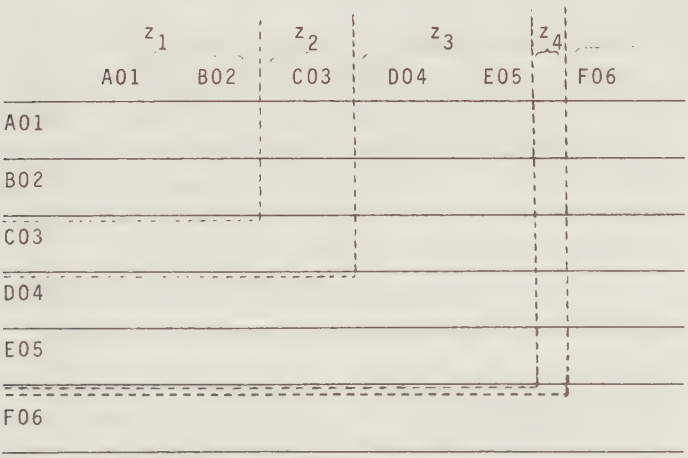


Abb. 13: Darstellung der Lehrinhaltskategorien je Zeitintervall (z_1); im ersten und dritten Zeitintervall (z_1 und z_3) werden jeweils zwei Lehrinhaltseinheiten neu eingeführt, in z_2 eine und in z_4 keine

52) Eventuell ließe sich so eine auf der Sequenz basierende Differenzierung des "Verfilzungsmaßes" erreichen.

Diese Art der Darstellung der Einführung neuer Lehrinhaltseinheiten in der Zeit kann insbesondere als Ergänzung zur Verlaufskurve des Unterrichtstempos (5.3.6.4) dienen, um festzustellen, welche Bedeutungseinheiten in welchen Zeitintervallen im einzelnen eingeführt wurden.

Die Erstellung der entsprechenden Übergangsmatrizen kann durch ein vom Autor geschriebenes FORTRAN-Programm auf einem Großrechner erfolgen.

Die graphische Darstellung des Verlaufs und die Markierung der Grenzen der Zeitintervalle ist erforderlichenfalls nachträglich einzuzeichnen; dabei ist das jeweilige "Standard-Protokoll" (s. 5.5, Ziff. 1) eine wichtige Hilfe.

5.3.6.6 "Verknüpftheit"

"Verknüpftheit" ("connectednes") zwischen Aussagen (Lehrinhalts-Einheiten) liegt nach KINTSCH (1976, S.99f) dann vor, wenn zwei aufeinanderfolgende Propositionen mindestens ein identisches Argument besitzen.

Ein Maß für die Verknüpftheit der Darbietung eines Textes läßt sich damit operational so definieren, daß auf der Grundlage der Matrix der Obergangshäufigkeiten der Lehrinhaltskategorien (wie sie für die Sequenzdarstellung verwendet wird; s. 5.3.6.5) für jedes Paar der Lehrinhaltskategorien bestimmt wird, ob die beiden entsprechenden Kategorien (Zeile und Spalte) miteinander verknüpft sind (ein gemeinsames Argument besitzen).

Ist dies der Fall, wird die entsprechende absolute Obergangshäufigkeit mit der Zahl 1 multipliziert, anderenfalls mit 0 (s. Abb.14).

Der Quotient aus der Summe aller Werte der Elemente der so transformierten Matrix und der Summe aller Elemente der ursprünglichen Matrix der Obergangshäufigkeiten sei gleich einem Wert "C", der als Maß für die Verknüpftheit innerhalb eines Textes gelten soll:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n'} \sum_{j=1}^{m'} a'_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} a_{ij}}$$

a) Matrix der (abs.) Übergangshäufigkeiten

	A01	B02	C03	D04	
A01	0	1	0	0	1
B02	0	1	2	0	3
C03	0	1	4	2	7
D04	0	0	1	3	4
					$\sum\sum$: 15

b) Darstellung der "Verknüpfungen"("0":nicht-verknüpft; "1":verknüpft)

	A01	B02	C03	D04
A01	1	1	0	1
B02	1	1	0	1
C03	0	0	1	1
D04	1	1	1	1

c) Transformierte Matrix

	A01	B02	C03	D04	
A01	0	1	0	0	1
B02	0	1	0	0	1
C03	0	0	4	2	6
D04	0	0	1	3	4
					$\sum\sum$: 12

Abb.14: Zur Definition eines Maßes für das Ausmaß an "Verknüpftheit" innerhalb eines Textes: Identische Argumente haben die Kategorien (bzw. die zugrundeliegenden Propositionen):

A01 mit B02 und D04
B02 mit A01 und D04
C03 mit D04
D04 mit A01, B02 und C03.

Außerdem gilt jede Kategorie mit sich selbst als verknüpft. Der Verknüpfungswert beträgt in diesem Beispiel C = 0.8.

Es sei

n : Anzahl der Zeilen der Übergangsmatrix der Lehrinhaltskategorie

n': Anzahl der Zeilen der transformierten Matrix

m,m': die entsprechende Anzahl der Spalten in den Matrizen;

stets gilt

$n = n' = m = m'$.

a_{ij} : Element a in der i-ten Zeile und der j-ten Spalte der ursprünglichen Matrix;

a'_{ij} : das entsprechende Element in der transformierten Matrix.

5.3.6.7 "Lehrinhaltskonforme Vernetzung"

"Lehrinhaltskonforme Vernetzung" bezeichnet ein Merkmal der sukzessiven Darbietung zusammenhängender Lehrinhaltseinheiten, das zumindest vorläufig nur qualitativ erfaßt werden soll.

Es wird bei jedem zu analysierenden Unterricht festzustellen sein, ob und ggfls. in welchem konkreten Fall die (Gesamt-)Darbietung des Lehrinhalts in einem Unterricht von einer lehrinhaltskonformen Vernetzung abweicht.

Eine solche Abweichung liegt dann vor, wenn - im Sinne der Lehrstoffstruktur - wesentliche Beziehungen zwischen Begriffen

a) nicht oder
b) fehlerhaft

hergestellt oder aufgezeigt werden.

Als Mittel zur Verdeutlichung solcher Sachverhalte scheint die graphische Darstellung der Lehrinhaltsstruktur nach dem Notationssystem von RUMELHART et al. (1972; s. 3.3.2) geeignet.

Dies sei an einem fiktiven Beispiel verdeutlicht (vgl. Abb. 15):

Es werden in einer geometrischen Unterrichtseinheit u.a. die Aussage

"Die Diagonalen eines Rechtecks sind gleichlang"

sowie einige Aussagen über Quadrate behandelt, allerdings

wird nicht über die Diagonalen des Quadrats gesprochen.

Der Lehrer habe außerdem versäumt, ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß ein Quadrat ein Rechteck ist, also eine Unterbegriff-Oberbegriff-Relation besteht (Abb. 15a).

In diesem Fall wäre die korrekte Beantwortung einer (später gestellten) Frage nach der Länge der Diagonalen im Quadrat weniger häufig zu erwarten, als wenn die entsprechende Relation eingeführt (und verstanden) worden wäre (Abb. 15b), da nur im letzteren Fall eine hierarchische Strukturierung des Lehrinhalts erwartet werden könnte[53]), bei der die Merkmale des Oberbegriffs auch als Merkmale der Unterbegriffe "abrufbar" sind (vgl. COLLINS & QUILLIAN 1969; aber auch einschränkend BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S. 110, 112ff).

Wenn Abb. 15a die begriffliche Struktur abbildete, die tatsächlich vermittelt worden ist, so läge eine nicht-lehrinhaltskonforme Vernetzung der Begriffe vor, aus der sich prüfbare Vorhersagen hinsichtlich bestimmter Schülerleistungen ableiten ließen.

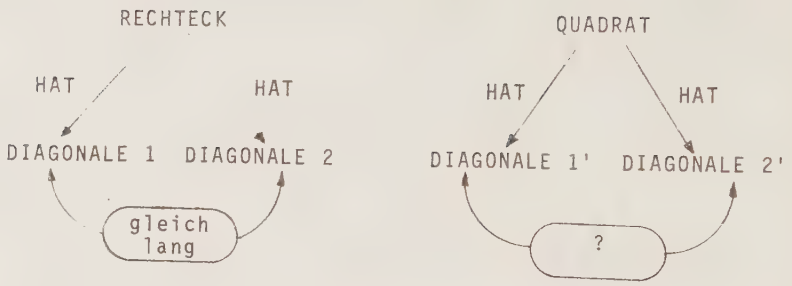
Es wird daher sowohl anhand der Liste der in einem Unterricht aufgetretenen und kodierten Lehrinhaltseinheiten als auch durch eine - wenigstens gedankliche - "Rekonstruktion" der vermittelten begrifflichen Zusammenhänge auf der Grundlage des entsprechenden Unterrichtsprotokolls und im Vergleich mit dem jeweiligen Text des Lehrinhalts (bzw. der daraus abstrahierten, relativ textinvarianten Lehrinhaltsstruktur) zu prüfen sein, ob einzelne Relationen nicht oder fehlerhaft dargeboten wurden.

Entsprechende Fälle werden dann darzustellen und zu erläutern sein.

---

53) Die Möglichkeit, daß Schüler aufgrund irgendwelchen aktiven, schlußfolgernden Denkens sich eine korrekte kognitive Struktur "erarbeiten", sei hier nicht berücksichtigt, obwohl sie tatsächlich nicht ausgeschlossen werden kann.

a)



b)

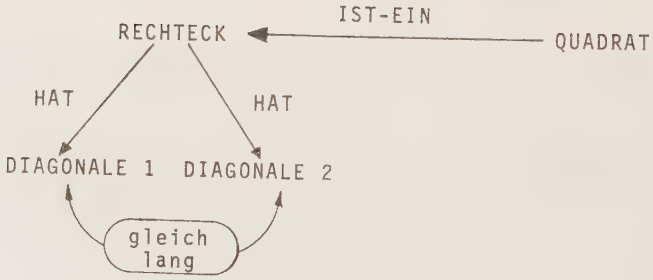


Abb.15: Teilstrukturen eines Lehrinhalts
(Erläuterungen im Text; auf eine Unterscheidung zwischen "primären" und "sekundären" Knoten wurde in diesem Beispiel der Einfachheit halber verzichtet, s. 3.3.2).

5.4 Durchführung der Kodierungen und Überprüfung der Gütekriterien

5.4.1 Kodierung

Die Kodierung der Unterrichtsprotokolle wurde vom Autor selbst vorgenommen.

Dadurch entfiel die Notwendigkeit eines Beobachtertrainings mit den dabei möglichen Fehlern bei der Vermittlung des Analyseschemas; andererseits bestand so aber auch nicht die Chance der Rückmeldung hinsichtlich eventuell unklar definierter Kategorien durch andere Personen.

5.4.2 Gütekriterien

Wie bereits erwähnt, erfolgte - nachdem die Kodierung durch den Autor abgeschlossen war - eine Schätzung der Reliabilität des Analyseschemas:

Ein vom Autor bereits kodiertes Unterrichtsprotokoll wurde nach relativ kurzer Einweisung von drei Studenten[54] gemeinsam kodiert, wobei allerdings die Variable "Handlungen" nicht berücksichtigt wurde.

Die Obereinstimmung der Kodierungen betrug

78,4 %[55];

für die Zwecke einer Explorationsstudie erscheint dieser Wert als ausreichend.

Aufgrund der Ableitung der einzelnen Operationalisierungen wird angenommen, daß die einzelnen Variablen des Analyseschemas als l o g i s c h v a l i d e gelten können.

---

54) Für diese Arbeit dankt der Autor Frl. B. DENNE, Herrn N. BOHSE und Herrn L. ULLRICH.

55) Errechnet wurde ein Obereinstimmungswert

$$O\ \% = \frac{\text{Anzahl übereinstimmender Kodierungen}}{\text{Anzahl übereinstimmender + nicht-übereinst.Kodierungen}} \times 100$$

(vgl. MEES 1977, S. 47).

5.5 Datenverarbeitung und -aufbereitung

Die Aufbereitung und Zusammenstellung der Einzelergebnisse erfolgte weitgehend mit Hilfe eigens dazu geschriebener FORTRAN-Programme im Rechenzentrum der Universität des Saarlandes.

Die Programme haben folgende Funktionen[56]:

(1) Um einen Überblick über die kodierten Unterrichtsprotokolle und ihren Verlauf zu behalten und um einige spezielle Auswertungen (z.B. Sequenzdarstellung) besser kontrollieren zu können, wurde zunächst ein Programm erstellt, welches den Ausdruck von "Standardprotokollen" bewirkt, d.h. sämtliche Kodierungen jeder Analyseeinheit werden einigermaßen übersichtlich in ihrer zeitlichen Abfolge dargestellt (vgl. Beispiel im Anhang, 9.7).

(2) Erfassung des Anteils der Lehrer- und der Schülerbeiträge an der Gesamtzahl der Lehrer-Schüler-Interaktionen, wobei die Lehrer-Beiträge differenziert werden können nach
   a) Darstellen von Lehrinhalten, Erklären, Erläutern, Rückmelden usw. und
   b) Auffordern, Fragen, Anweisungen geben.

(3) Darstellung der Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion durch eine Matrix der Übergangshäufigkeiten.

(4) Errechnung des Ausmaßes der Verwendung von Medien und Materialien, bezogen auf die Gesamtzahl der Analyseeinheiten innerhalb eines Unterrichtsprotokolls.

(5) Bestimmung der Anzahl der im Unterricht dargebotenen (verschiedenen) Beispiele und Nicht-Beispiele des zu lehrenden Begriffs.

(6) Auflistung der jeweils vorgekommenen Kategorien der Variable "Handlungen" mit Angabe ihrer Auftretenshäufigkeit.

(7) Bestimmung der Häufigkeit positiver und negativer Rückmeldungen seitens des Lehrers.

56) Einige Programme erfüllen mehrere Funktionen gleichzeitig.

(8) Auflistung der vorgekommenen Arten von Fehlern mit Angabe ihrer Auftretenshäufigkeit.

(9) Auflistung der in einem Unterrichtsprotokoll vorgekommenen Lehrinhaltskategorien in der Reihenfolge ihres Auftretens und mit Angabe ihrer Auftretenshäufigkeit.

(10) Generierung und Berechnung je einer Matrix der absoluten, relativen und bedingten Übergangshäufigkeiten der in einem Unterrichtsprotokoll vorkommenden Lehrinhaltskategorien.

(11) Berechnung der Maße für das "Unterrichtstempo" und Ausdruck von Verlaufsdiagrammen für Zeitintervalle von (wahlweise) 30 und 120 Sekunden.[57)]

57) Wegen ihres großen Formates wurden die Diagramme nachträglich neu gezeichnet.

5.6 Zusammenfassung (5.)

Das Ziel der vorliegenden Arbeit wurde dahingehend spezifiziert,

> "Fälle" des Lehrens und Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht unter natürlichen Bedingungen aufzuzeichnen und beschreibend zu analysieren, so daß als Ergebnis begründete Hypothesen über korrelative Zusammenhänge zwischen Prozeß- und Produktvariablen erwartet werden können.

Aus einer Reihe zu diesem Zweck aufgezeichneter Unterrichtsstunden (Jahrgangsstufe 6, Fach Mathematik/Geometrie einer Integrierten Gesamtschule) wurden acht ausgewählt, von denen schriftliche (Teil-)Unterrichtsprotokolle erstellt wurden.

Die Entwicklung des erforderlichen (mehrdimensionalen) Analyseschemas war durch eine Reihe von allgemeinen Annahmen über möglicherweise lernwirksame Variablenzusammenhänge geleitet.

Die entsprechenden Variablen

- Art, Anzahl und Zusammensetzung der dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele,
- Hervorhebung der relevanten Merkmale des zu lernenden Begriffs,
- Art und Häufigkeit von Fehlern bei Aufgaben zur Identifikation von Beispielen oder Nicht-Beispielen,
- Ausmaß positiver und negativer Rückmeldung,
- Darbietung von Medien und Materialien,
- Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion,
- "Handlungen" und "Operationen",
- Sequentierung des Lehrinhalts,
- "Umfang" des Lehrinhalts,
- "Unterrichtstempo",
- "Verknüpftheit",
- "Lehrinhaltskonforme Vernetzung",

bzw. die ihnen zugrundeliegenden "fundamentalen" Variablen wurden so operationalisiert, daß ihre Ausprägungen jeweils eine Menge von Kategorien bildeten.

Zur (quantitativen) Erfassung von (abgeleiteten) Variablen der Darbietung des Lehrinhalts wurden zwei Maße ("Unterrichtstempo", "Verknüpftheit") entwickelt sowie eine neuartige Form der Sequenzdarstellung vorgeschlagen.

Die Kodierungen wurden vom Autor vorgenommen; eine Schätzung der Beobachterübereinstimmung auf der Grundlage eines Unterrichtsprotokolls ergab einen ausreichend hoch erscheinenden Übereinstimmungsprozentsatz.

Es wird angenommen, daß die Operationalisierungen der einzelnen Variablen logische Validität besitzen.

Die Auswertung der Kodierungen bzw. die Aufbereitung der Daten und die einzelnen Berechnungen erfolgten weitgehend mit Hilfe einer Reihe spezieller FORTRAN-Programme auf einem Großrechner.

6. Auswertung der Unterrichtsanalysen

Die Darstellung der Ergebnisse der Unterrichtsanalysen und ihre Interpretation soll in zwei Abschnitten erfolgen:

Zunächst werden die quantitativen und qualitativen Ausprägungen der einzelnen Variablen nacheinander dargestellt, erläutert und diskutiert.

Sie bilden die Grundlage für den Versuch, in einem zweiten Arbeitsschritt die in den Unterrichtsprotokollen fixierten Lehr-/Lern-Prozesse beschreibend zu analysieren und schließlich Hypothesen zu formulieren hinsichtlich einiger Wirkungszusammenhänge.

Abschließend wird zu diskutieren sein, welche Probleme und Fragestellungen methodischer und theoretischer Art bei einer Fortführung des gewählten Forschungsansatzes zu bearbeiten sein werden.

6.1 Resultate der einzelnen Variablen

Die im folgenden dargestellten quantitativen Daten der einzelnen Unterrichtsprotokolle sind zum großen Teil "für sich" wenig aussagekräftig, d.h. ein bestimmter Wert (z.B. ein "Unterrichtstempo" von U = 10.3) ist so lange nicht interpretierbar, wie keine Bezugsgröße verfügbar ist.

Im vorliegenden Fall besteht nun lediglich die Möglichkeit, durch Vergleich der verschiedenen Unterrichtsprotokolle relative Bezugsgrößen zu definieren. Konkret bedeutet dies, daß vorläufig nur Aussagen möglich sind über die relative "Höhe" oder "Stärke" einer Ausprägung.

In Anbetracht der wenigen Unterrichtsprotokolle scheint es daher aus Gründen einer besseren Übersicht zweckmäßig, die konkreten Daten zu dicho- bzw. trichotomisieren; dies geschieht in der Regel durch Berechnung des arithmetischen Mittels und der Standardabweichung der Rohwerte; bei Dichotomisierung bildet der Mittelwert das Kriterium der Aufteilung, bei Trichotomisierung ergeben sich durch Addition bzw. Subtraktion der Standardabweichung zum (vom) Mittelwert die beiden Klassengrenzen.

Die Zuordnung von Lehrer, Klasse und Lehrinhalt zur Kennzeichnung der Unterrichtsprotokolle geht aus der folgenden Übersicht hervor:

Lehrer/ Klasse	Lehrinhalt: "Einführung des Begriffs "Winkel"	Lehrinhalt: Einführung des Begriffs "Nebenwinkel"	
Lehrer A Klasse 6/4	Unterrichtsprotokoll UP 1	Unterrichtsprotokoll UP 4a (Teilprotokoll einer Unterrichtsstunde	Unterrichtsprotokoll UP 4b (Fortsetzung von UP 4a; Teilprotokoll einer Unterrichtsstunde)
Lehrer B Klasse 6/2		Unterrichtsprotokoll UP 5	
Lehrer B Klasse 6/5	Unterrichtsprotokoll UP 2	Unterrichtsprotokoll UP 6	
Lehrer C Klasse 6/8	Unterrichtsprotokoll UP 3	Unterrichtsprotokoll UP 7 (Teilprotokoll einer Unterrichtsstunde)	

6.1.1 Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion

Auf der Grundlage der Unterscheidung der drei Kategorien

- Lehrer informiert ("I"),
- Lehrer fordert auf, fragt ("A"),
- Schülerbeiträge ("S")

interessieren unter statischem Aspekt die Anteile der einzelnen Kategorien an der Gesamtzahl der lehrinhaltsbezogenen Lehrer- und Schülerbeiträge innerhalb der einzelnen Unterrichtsprotokolle.

Da sich die Anteile jeweils zu 100 % ergänzen, genügt es, für jedes Unterrichtsprotokoll einerseits den Anteil der Lehrerbeiträge ("I" und "A" zusammen) und andererseits den Anteil der Kategorie "I" an den Lehrerbeiträgen anzugeben (Tab. 5).

Tab. 5 : Lehrer-Schüler-Interaktion
(Anteile der Kategorien in Prozent)

Lehrer	UP	"I"und"A"	trichot.[58]	davon"I"	trichot.[58]
A	1	75.0	3	73.0	3
B	2	68.3	2	60.4	2
C	3	60.1	1	52.6	1
A	4a	68.2	2	60.4	2
A	4b	72.2	3	68.7	3
B	5	60.3	1	61.5	2
B	6	66.7	2	54.3	1
C	7	66.7	2	54.3	1

58) Anteil relativ hoch: 3
Anteil mittel: 2
Anteil relativ niedrig: 1

Über alle Unterrichtsprotokolle hinweg bestätigen die Ergebnisse eine in mehreren (amerikanischen) Untersuchungen festgestellte Relation zwischen Lehrer- und Schülerbeiträgen von durchschnittlich etwa 2 : 1; auch die gleicherorts beschriebene Relation zwischen "informierenden" und "auffordernd-fragenden" Lehrerbeiträgen von ebenfalls 2 : 1 ("law of two thirds"; vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 54) wird in etwa erreicht.

Über diese grobe, für lehrergesteuerten Unterricht aber anscheinend typische Verteilung der Interaktions-Anteile hinaus sind Regelmäßigkeiten kaum erkennbar; lediglich bei Lehrer A (UP 1; UP 4) scheint der Anteil der Schülerbeiträge generell etwas geringer zu sein als bei den beiden anderen Lehrern.

Tab. 6 zeigt die bedingten relativen Übergangshäufigkeiten zwischen den drei Kategorien; in Klammern jeweils die spaltenweise im Sinne einer Dicho- bzw. Trichotomisierung transformierten Werte.

Die entsprechenden Diagramme sind im Anhang dargestellt (s. 9.4).

Die insgesamt relativ größten Anteile entfallen auf die Übergänge

I -› I,
I -› A,
A -› S und
S -› I.

Dies spricht dafür, daß es sich generell um ein Interaktionsmuster handelt, bei dem der Lehrer Information darbietet (dies z.T. über einige Zeit hinweg), dann eine Frage stellt oder einen Schüler auffordert, irgendeine lehrinhaltsbezogene "Handlung" oder Operation auszuführen, worauf ein Schüler mehr oder minder adäquat reagiert.

Auf den Schülerbeitrag hin gibt der Lehrer entweder eine Rückmeldung oder er bietet gleich wieder Informationen dar (erklärt, erläutert, ...), woraufhin sich das Muster im Prinzip wieder-

Tab. 6 : Lehrer-Schüler-Interaktionen:
Bedingte relative Übergangshäufigkeiten

		relative Häufigkeiten der Übergänge								
Lehrer	UP	I → I	I → A	I → S	A → I	A → A	A → S	S → I	S → A	S → S
A	1	0.36(3)	0.15(1)	0.04(1)	0.01(1)	0.0 (1)	0.19(2)	0.17(2)	0.06(1)	0.02(1)
B	2	0.14(1)	0.21(2)	0.07(1)	0.03(1)	0.02(1)	0.22(2)	0.25(3)	0.04(1)	0.03(1)
C	3	0.12(1)	0.15(1)	0.05(1)	0.01(1)	0.02(1)	0.26(3)	0.19(2)	0.12(2)	0.08(2)
A	4a	0.13(1)	0.19(2)	0.10(2)	0.10(2)	0.04(2)	0.13(1)	0.19(2)	0.04(1)	0.09(3)
A	4b	0.28(2)	0.12(1)	0.10(2)	0.03(1)	0.03(1)	0.17(2)	0.19(2)	0.07(1)	0.02(1)
B	5	0.14(1)	0.13(1)	0.11(2)	0.01(1)	0.03(1)	0.19(2)	0.22(2)	0.08(1)	0.10(3)
B	6	0.12(1)	0.17(2)	0.07(1)	0.04(1)	0.05(2)	0.21(2)	0.20(2)	0.09(1)	0.05(2)
C	7	0.22(2)	0.13(1)	0.01(1)	0.02(1)	0.02(1)	0.27(3)	0.12(1)	0.15(2)	0.06(2)

holt (vgl. auch FUCHS et al. 1974).

Abb.16: Grobes Lehrer-Schüler-Interaktionsmuster in dem aufgezeichneten Unterricht

Das bedeutet vor allem, daß (hinsichtlich eines möglichen alternativen Musters) Schüler-Schüler-Interaktionen eher selten sind, zumal in die Spalte "S -> S" auch aufeinanderfolgende Schülerbeiträge zur gleichen Lehrerfrage oder -aufforderung mit eingehen.

Unterschiede zwischen den Unterrichtsprotokollen zeigen sich vor allem in der Spalte "I -> I", was aber mit den bereits besprochenen unterschiedlichen Anteilen der Kategorie "I" zusammenhängt.

6.1.2 Verwendung von "Medien" und Materialien

Tab. 7 zeigt für jedes Unterrichtsprotokoll den Anteil derjenigen Analyseeinheiten, in denen "Medien" oder "Materialien" explizit verwendet wurden bzw. in denen auf Informationen Bezug genommen wurde, die medial dargeboten waren (z.B. Tafelbild, Tafelanschrieb).

Unterschieden wurden die Kategorien

- Tafel (Tafelbild, -anschrieb) : "T"
- Objekte, Gegenstände : "O"
- Arbeitsblätter, Buch : "B"
- Schülerheft, Schreibblock : "H"

Tab. 7 : Medien und Materialien
(Anteil entsprechender Analyseeinheiten in Prozent; transformierte Werte in Klammern)

Lehrer	UP	Anzahl Analyse-einheiten insg.	"T"	"O"	"B"	"H"	Verwendung von Medien u. Materialien insgesamt %
A	1	212	41.8(1)	10.3(2)	0.0(1)	0.9(1)	53.0 (1)
B	2	240	93.8(3)	0.0(1)	0.0(1)	3.6(2)	97.4 (3)
C	3	313	65.0(2)	22.0(3)	0.0(1)	0.0(1)	87.0 (2)
A	4a	70	83.1(3)	0.0(1)	0.0(1)	2.8(2)	85.9 (2)
A	4b	115	62.1(2)	11.2(2)	0.0(1)	1.7(1)	75.0 (2)
B	5	237	82.3(3)	0.0(1)	0.0(1)	0.4(1)	82.7 (2)
B	6	141	83.0(3)	0.0(1)	0.0(1)	0.0(1)	83.0 (2)
C	7	105	89.6(3)	0.0(1)	10.4(2)	0.0(1)	100.0 (3)

Meistbenutztes Medium ist offensichtlich die Wandtafel; technische Medien wurden in keinem Fall eingesetzt, obwohl z.B. ein Tageslichtprojektor zur Verfügung stand.

Vergleichsweise wenig Tafelbilder und -anschriebe verwendet Lehrer A bei der Einführung des Begriffs "Winkel" (UP 1); allerdings benutzt er dort - wie auch bei der Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" (UP 4b) - den Zirkel bzw. das Geo-Dreieck als Demonstrationsobjekt. Lehrer C verwendet bei der Einführung des Begriffs "Winkel" darüber hinaus einen eigens mitgebrachten Gebrauchsgegenstand (eine Art Kerzenständer aus Draht), an dem sich "Winkel" zeigen lassen; keinerlei Objekte und Gegenstände benutzt Lehrer B.

Vorbereitete, vervielfältigte Arbeitsblätter (mit der Definition der Begriffe) werden ausschließlich von Lehrer C bei der Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" verwendet.

Die Hefte oder Schreibblocks der Schüler wurden in allen Unterrichtsstunden öfter verwendet, als aus Tabelle 7 zu entnehmen ist, da - wie aus den Videoaufzeichnungen hervorgeht - die Tafelbilder und -anschriebe oft von den Schülern gleich notiert bzw. abgezeichnet wurden.

Diese Ungenauigkeit ist darauf zurückzuführen, daß für die Erfassung der Variable "Medien" keine Mehrfachkodierung vorgesehen war; "Medien" und "Materialien" wurden auch nicht berücksichtigt bei der Festlegung der Analyseeinheiten (s. 5.3.5.1).

Bei den Unterrichtsprotokollen UP 2 und UP 5 wurde auch nicht berücksichtigt, daß die Schüler am Ende der Unterrichtsstunde einige Zeit ausschließlich Tafelbilder und -anschriebe in ihre Hefte übertrugen, da dies die (relativen) Anteile der Medien beim Lehren der entsprechenden Begriffe im engeren Sinn stark verschoben hätte.

6.1.3 "Handlungen" und "Operationen"

Die Tabellen 8a und 8b stellen die im jeweiligen Unterricht aufgetretenen bzw. von den Schülern geforderten "Handlungen"und "Operationen" in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit dar (in Klammern: absolute Auftretenshäufigkeit); zur Bedeutung der Kodierungen vgl. 5.3.4.6, Tab. 4.

Tab. 8a: Handlungen und Operationen (Lehrinhalt "Winkel")

UP 1 (Lehrer A)		UP 2 (Lehrer B)		UP 3 (Lehrer C)	
VAN	(26)	IDF	(27)	ZRP/NRP	(37)
WOA	(15)	WOA	(12)	ZGE	(11)
NRP/ZRP	(9)	BEG	(11)	COT	(10)
ENT	(4)	ZGE	(9)	KON	(9)
CAB	(3)	CAB	(9)	VAN	(9)
COE	(2)	COL/LES	(5)	KTR	(4)
BEG	(1)	VAN	(5)	BEG	(4)
		KON	(3)	IDF	(5)
		NRP	(3)	COE	(2)
		COE	(3)		
		COT	(1)		
		KTR	(1)		
		ENT	(1)		

Tab. 8 b: Handlungen und Operationen (Lehrinhalt: "Nebenwinkel")

UP 4(a+b) (Lehrer A)	UP 5. (Lehrer B)	UP 6 (Lehrer B)	UP 7 (Lehrer C)
NMK (21)	IDF (29)	ZGE (18)	LES (10)
COT (12)	ZGE (25)	CAB (12)	IDM (10)
VAN (9)	VGL (18)	NMK (11)	IDS (9)
COE (9)	BEG (16)	BEG (9)	ZGE (7)
KON (8)	CAB (14)	IDF (8)	BEG (6)
IDF (6)	KON (11)	ENT (8)	KON (5)
VGL (4)	COE (4)	VGL (7)	
ENT (4)	NMK (4)	KON (5)	
CAB (2)	ACO (4)	GRP (4)	
BEG (1)	COC (2)	ACO (3)	
ZGE (1)		COE (2)	
		COL (2)	

Für das Unterrichtsprotokoll UP 1 "charakteristisch" ist die häufige Verwendung von Veranschaulichungen (VAN): Lehrer A demonstriert z.B. die mögliche Form von Winkeln mit Hilfe eines Zirkels und durch Gestik; außerdem läßt Lehrer A "Repräsentationen" einiger geometrischer Begriffe zeigen bzw. nennen - z.B. Fußboden/Ebene - (NRP/ZRP) und Entsprechungen (ENT) zwischen Teilen solcher Repräsentationen und Merkmalen des Begriffs (z.B. Teil des Zirkels/"Schenkel" des Winkels) nennen.

Lehrer B läßt demgegenüber beim gleichen Lehrinhalt (UP 2) häufig Schüler geometrische Sachverhalte (Mengenrelationen, Beispiele bzw. Nicht-Beispiele) identifizieren (IDF) bzw. zeigen (ZGE) und anschließend begründen (BEG). Ebenso wie Lehrer A weist er mehrmals auf homonyme Bezeichnungen hin (WOA).

Lehrer C fordert die Schüler (zu Beginn der Unterrichtsstunde) auf, "Repräsentationen" des Begriffs "Winkel" zu zeigen bzw. zu nennen (ZRP/NRP; ZGE), wobei er mehrfach auffordert, einen Text (Definition) zu formulieren. Ähnlich wie Lehrer A verwendet er auch "Objekte" (s. 6.1.2) um den Begriff "Winkel" zu veranschaulichen (VAN).

Bei der Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" kommen mit wenigen Ausnahmen bei allen Lehrern die gleichen Kategorien vor, allerdings doch in z.T. sehr verschiedener Häufigkeit.

In den beiden Unterrichtsstunden von Lehrer B (UP 5, UP 6) sind die Schüler vergleichsweise häufig aufgefordert, Beispiele bzw. Nicht-Beispiele oder deren relevante Merkmale zu zeigen und zu identifizieren (ZGE; IDF) sowie Beispiele und Nicht-Beispiele miteinander zu vergleichen (VGL); in beiden Fällen sind häufig von den Schülern Begründungen (BEG) gefordert.

> In UP 5 handelt es sich um den Vergleich hinsichtlich v e r s c h i e d e n e r Merkmale je eines Beispiels und eines Nicht-Beispiels; in UP 6 sind dagegen hauptsächlich g e m e i n s a m e Merkmale von Beispielen im Vergleich zu Nicht-Beispielen festzustellen.

Wie auch bei der Einführung des Begriffs "Winkel" (UP 2) wird ein Definitionstext des neuen Begriffs ("Nebenwinkel") an der Tafel sukzessive entwickelt (COE; COL), der am Ende der Unterrichtsstunde von den Schülern abgeschrieben wird (CAB).

Unterschiede zwischen UP 5 und UP 6 zeigen sich in der Häufigkeit, mit der die Schüler aufgefordert sind, Merkmale zu nennen (NMK); dabei ist die größere Häufigkeit dieser Kategorie in UP 6 darauf zurückzuführen, daß die Schüler dort mehr "Anläufe" benötigten, um ein bestimmtes relevantes Merkmal des Begriffs "Nebenwinkel" zu identifizieren als in UP 5; dabei versucht Lehrer B dieses Merkmal durch sprachliche Analogien (ACO) deutlich zu machen ("gemeinsam haben", "auf einer Bank sitzen"), die er zum Teil auch veranschaulicht und die "Entsprechungen" aufzeigt (ENT).

Ferner werden die Schüler in UP 6 - zu Beginn der Stunde - aufgefordert, eine Menge von Beispielen und Nicht-Beispielen zu gruppieren (GRP).

Lehrer C (UP 7) läßt gleich zu Beginn der Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" die Definition des Begriffs vorlesen (LES). zeichnet dann einige Beispiele und Nicht-Beispiele an (KON), die die Schüler zu identifizieren haben (IDF); die "Identifikation" muß dabei in der Regel begründet werden (BEG), wobei die relevanten Merkmale meist explizit genannt und gezeigt werden (IDM; ZGE).

Lehrer A (UP 4a, 4b) versucht nach Darbietung eines Beispiels und eines Nicht-Beispiels (vergleichen: VGL) die Schüler die relevanten Merkmale identifizieren und nennen zu lassen (NMK), um darauf aufbauend die Definition des Begriffs als zusammenhängenden Text zu formulieren (COT;COE). Die relevanten Merkmale des Begriffs veranschaulicht (VAN) er an der Tafel und mit Hilfe eines Geo-Dreiecks.

6.1.4 Anzahl, Art und Zusammenstellung der Beispiele und Nicht-Beispiele

6.1.4.1 Vorbemerkung: "Beispiele" und "Nicht-Beispiele"

Bei den gegebenen Lehrinhalten "Winkel (als unendliche Punktmenge)" handelt es sich genaugenommen um "Sachverhalte", für deren Begriffe es keine unmittelbar wahrnehmbaren Beispiele gibt (vgl. 2.1.6.4), da "Punkte", "Gerade", "Halbgerade" und "Winkel" in (diesem) geometrischen Sinn rein gedankliche "Gebilde" sind, die lediglich zur Veranschaulichung mehr oder weniger gut r e p r ä s e n t i e r t werden können (etwa durch Kreidespuren auf der Tafel)[59]

Das bedeutet aber, daß der Erwerb des Begriffs "Winkel" im Sinne des hier zugrundeliegenden fachdidaktischen Ansatzes durch Theorien und Modelle der "Klassischen" Psychologie des Begriffserwerbs (Kap. 2.1, 2.2) nicht erklärt werden kann; es bedeutet auch, daß der Erwerb solcher Begriffe im Grunde genommen nicht durch die richtige oder falsche Identifikation von Beispielen und Nicht-Beispielen überprüft werden kann.

Lediglich wenn man unterstellt, daß die Schüler sich prinzipiell über den Repräsentationscharakter geometrischer Zeichnungen völlig im Klaren sind - was bei 11 bis 12-jährigen sicher nicht unbedenklich ist -, so kann man die entsprechenden Zeichnungen der Einfachheit halber als "Beispiele" oder "Nicht-Beispiele"

59) Gewisse Merkmale lassen sich auch kaum repräsentieren, wie z.B. die Mächtigkeit "unendlich".

für den jeweiligen Begriff bezeichnen und nur dann ist es auch möglich, den Begriffserwerb danach zu beurteilen, inwieweit die Schüler (Repräsentationen von) "Beispiele(n)" und "Nicht-Beispiele(n)" als solche identifizieren können.

6.1.4.2 Anzahl und Art der dargebotenen Beispiele und Nicht-Beispiele

Tab. 9a zeigt die Anzahl der Beispiele und Nicht-Beispiele, die bei der Einführung des Begriffs "Winkel" jeweils dargeboten wurden; Tab. 9b gibt die entsprechenden Daten für den Lehrinhalt "Nebenwinkel" wieder.

Tab. 9a: Anzahl Beispiele und Nicht-Beispiele (Lehrinhalt: "Winkel")

Lehrer	UP	Beispiele	Nicht-Beispiele
A	1	1	0
B	2	4	1
C	3	6	1

Tab. 9b: Anzahl Beispiele und Nicht-Beispiele (Lehrinhalt: "Nebenwinkel")

Lehrer	UP	Beispiele	Nicht-Beispiele
A	4a,b	1	1
B	5	8	8
B	6	8	6
C	7	1	3

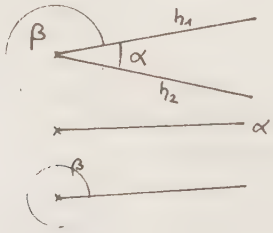
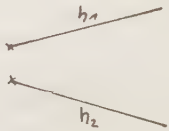
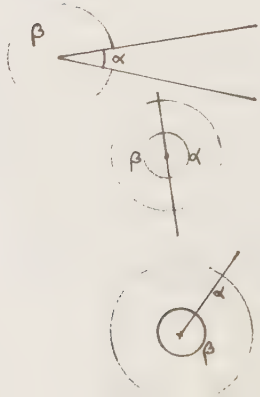
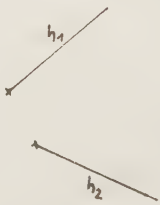
Wie aus Tab. 9a hervorgeht, bietet Lehrer A bei der Einführung des Begriffs "Winkel" lediglich ein Positiv- und kein Negativ-Beispiel dar; Lehrer B und C bieten jeweils ein Negativ-Beispiel und 4 bzw. 6 Positiv-Beispiele dar.

In dieser Auflistung gelten die z.T. im Unterricht angesprochenen "konkreten" Repräsentationen des Begriffs (z.B. Winkel am Fenster, an der Tür, Ecke des Raumes usw.) nicht als Beispiele, da sie wesentliche Merkmale des geometrischen Winkelbegriffs nicht abbilden und somit sogar eher geeignet sind, bei den Schülern ein fehlerhaftes "Wissen" zu erzeugen (vgl. 6.1.4.1).

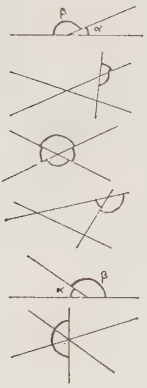
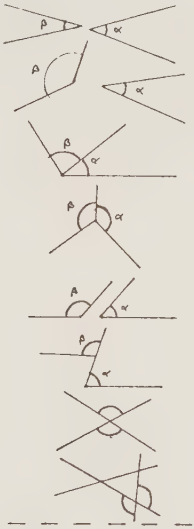
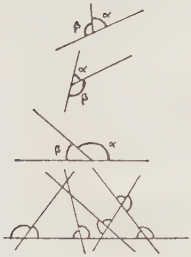
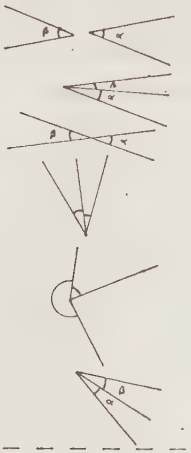
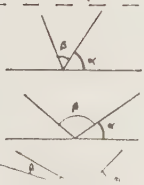
Bei der Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" bieten Lehrer A und C jeweils ein Positiv-Beispiel und ein bzw. drei Negativ-Beispiele dar; während Lehrer B sowohl Positiv- als Negativ-Beispiele in größerer Zahl verwendet (8-8 bzw. 8-6).

Welcher Art die einzelnen Beispiele und Nicht-Beispiele sind, zeigen die Tabellen 10a und 10b:

Tab. 10a: Art und Zusammenstellung der Beispiele und Nicht-Beispiele (Lehrinhalt: "Winkel")

Lehrer	UP	Beispiele	Nicht-Beispiele
A	1		
B	2		
C	3		

Tab. 10 b: Art und Zusammenstellung der Beispiele und Nicht-Beispiele
(Lehrinhalt: "Nebenwinkel")

Lehrer	UP	Beispiele	Nicht-Beispiele
A	4a,b		
B	6		
B	5		
C	7		

Während Lehrer A bei der Einführung des Begriffs "Winkel" nur ein "prototypisches" Beispiel darbietet, verwenden B und C neben einem prototypischen mehrere "Grenzbeispiele", in denen irrelevante Merkmale sehr stark variieren (" Größe des Winkels"); auf dazwischenliegende Merkmalausprägungen (z.B. "stumpfe" und "überstumpfe" Winkel) wird lediglich bei Lehrer C und A anhand anderer "Repräsentationen" hingewiesen, auf deren Problematik bereits Bezug genommen wurde.

Bei einem Teil der Beispiele (3 bis 6) in UP 3 (Lehrer C) wurde eine sonst unübliche und wohl ungünstige Art der zeichnerischen Darstellung gewählt: Die - unbegrenzte - Ebene wird als eine abgeschlossene Kreisfläche dargestellt; dadurch wird aber ein wesentliches Merkmal des Begriffs Winkel "verdeckt", nämlich, daß es sich bei den Schenkeln des Winkels stets um Halbgeraden und nie um Strecken handelt.

Die Zusammenstellung der Beispiele und Nicht-Beispiele im Unterricht zum Lehrinhalt "Winkel" entspricht in keinem Fall auch nur annähernd einer "rationalen Menge" (s. 2.2.5).

Dies gilt auch für UP 4a und 4b, in denen Lehrer A jeweils ein ("prototypisches") Beispiel und ein Nicht-Beispiel darbietet, dessen Informationswert insofern nur vergleichsweise gering sein kann, weil es sich von dem Beispiel in zwei relevanten Merkmalen gleichzeitig unterscheidet.

Auch Lehrer C bietet keine "rationale Menge" dar, da er nur ein Beispiel verwendet und innerhalb der Nicht-Beispiele nicht alle relevanten Merkmale variiert sind.

Lehrer B (UP 5, UP 6) kommt dagegen der Darbietung einer "rationalen Menge" von Beispielen und Nicht-Beispielen am nächsten, da bei den Beispielen jeweils mehrere irrelevante Merkmale (z.B. Lage im Raum, schneidende Geraden oder Halbgeraden, Überlagerung mehrerer Winkel) und bei den Nicht-Beispielen die relevanten Merkmale - bis auf eines - "durchvariiert" werden.

Lehrer B fordert die Schüler in beiden Klassen zusätzlich auf, Beispiele für den Begriff "Nebenwinkel" innerhalb eines Netzes von Geraden zu "finden", was wohl etwas andere geistige Operationen erfordert als die bloße Prüfung eines "Objektes" daraufhin, ob es sich um ein Beispiel handelt oder nicht.

6.1.5 Art und Häufigkeit der im Unterricht vorgekommenen Fehler

Tabelle 11 zeigt die Häufigkeit der einzelnen Arten bzw. Typen von Fehlern im Unterricht zum Lehrinhalt "Winkel".

Tab. 11: Art und Häufigkeit der vorgekommenen Fehler (Lehrinhalt "Winkel"; transformierte Werte in Klammern)

		Fehlerkategorien							
Lehrer	UP	"FA"	"FB"	"IR"	"RI"	"FF"	"UU"	"UL"	"FL"
A	1	0(1)	0	0(1)	0(1)	3(1)	6(1)	6(1)	0(1)
B	2	1(2)	0	0(1)	0(1)	12(2)	5(1)	0(1)	1(1)
C	3	0(1)	0	2(2)	1(2)	6(1)	51(2)	41(2)	23(2)

Da bei der Einführung des Begriffs "Winkel" eine Identifikation von Beispielen bzw. Nicht-Beispielen von den Schülern nur selten gefordert war, konnten entsprechende Fehler ("FA": Beispiel wird für Nicht-Beispiel gehalten, "FB" umgekehrt) auch kaum auftreten; lediglich in UP 2 bezeichnet ein Schüler ein (Grenz-)Beispiel als Nicht-Beispiel. Für die Fehlerkategorie "IR" (irrelevantes Merkmal wird für relevant gehalten) und "RI" (entgegengesetzter Sachverhalt) gilt prinzipiell das gleiche.

Die meisten fehlerhaften Aussagen ("FF") von Schülern finden sich im Unterrichtsprotokoll UP 2 (Lehrer B); die geringe Häufigkeit dieser Kategorie bei Lehrer A ist möglicherweise auf "mangelnde Gelegenheit" für die Schüler zurückzuführen, da Lehrer A eine Fragetechnik bevorzugt, bei der die Schüler oft lediglich die von ihm begonnenen Aussagen zu vervollständigen haben.

Auffällig ist die große Anzahl unklarer Schüler- und Lehreraussagen und "fehlerhafter" Lehreraussagen in UP 3 (Lehrer C).

Ursache dafür ist, daß Lehrer C bei der Einführung des Begriffs "Winkel" offensichtlich die Konzepte "Mächtigkeit" und "Größe eines Winkels" verwechselte[60] und seine Ansicht, daß eine bestimmte - unendliche - Teilmenge der Ebene "größer" sei als eine andere - ebenfalls unendliche Teilmenge -, gegen die sachlich richtige Auffassung mehrerer Schüler verteidigte, wobei er zudem sachlich inadäquate Veranschaulichungen verwendete (ein "aufzuteilender Kuchen" sollte die ebenfalls aufzuteilende Ebene repräsentieren).

Die entsprechenden Daten der Unterrichtsprotokolle zum Lehrinhalt "Nebenwinkel" zeigt Tab. 12.

Tab. 12: Art und Häufigkeit der vorgekommenen Fehler (Lehrinhalt "Nebenwinkel"; transformierte Werte in Klammern)

		Fehlerkategorien							
Lehrer	UP	"FA"	"FB"	"IR"	"RI"	"FF"	"UU"	"UL"	"FL"
A	4a	0(1)	0(1)	0(1)	0	2(1)	6(2)	0	0(1)
	4b	0(1)	0(1)	1(1)	0	6(2)	7(2)	0	2(2)
B	5	1(2)	6(2)	7(2)	0	11(2)	0(1)	0	0(1)
	6	0(1)	2(2)	5(2)	0	5(2)	5(2)	0	0(1)
C	7	0(1)	1(1)	1(1)	0	3(1)	2(1)	0	0(1)

Die geringe Häufigkeit von Fehlern im Unterricht bei Lehrer A läßt sich wiederum darauf zurückführen, daß die Schüler auch in diesem Unterricht praktisch keine Gelegenheit hatten, Beispiele und Nicht-Beispiele zu identifizieren; sie konnten somit lediglich bei Aussagen über geometrische Sachverhalte Fehler machen

60) "Winkel" wird in dem entsprechenden Curriculum als eine Teilmenge der Ebene mit der Mächtigkeit unendlich definiert.

("FF") bzw. ungenau formulieren ("UU).

Eine fehlerhafte Aussage macht auch Lehrer A selbst, als er eine in zwei Halbgeraden geteilte Gerade als " e i n e n Schenkel" eines Winkels bezeichnet.

Lehrer C läßt insgesamt drei Nicht-Beispiele identifizieren, wovon eines von dem gerade aufgerufenen Schüler für ein Beispiel gehalten wurde, weil er ein irrelevantes Merkmal ("Nebeneinanderliegen der Winkel") für relevant hielt.

Derselbe Fehler liegt auch in den meisten Fällen den Beta-Fehlern in UP 5 und UP 6 (beides Lehrer B) zugrunde.

Die Tatsache, daß - mit einer Ausnahme (UP 5) - kein Beispiel für ein Nicht-Beispiel gehalten wurde, hängt möglicherweise mit eben diesem Merkmal zusammen, welches zwar bei jedem Beispiel vorhanden ist und auf das auch die Bezeichnung "Nebenwinkel" zurückgeht, das aber dennoch nicht entscheidend ist für die Definition des Begriffs:

> Da dieses - durch die Begriffsbezeichnung hervorgehobene - Merkmal bei keinem Positiv-Beispiel fehlen kann, wird ein solches kaum für ein Nicht-Beispiel gehalten; umso eher werden jedoch beliebige, nebeneinanderliegende Winkel für "Nebenwinkel" gehalten.

Interpretiert man im Unterricht vorgekommene Fehler von Schülern als L e r n c h a n c e n , so hatten die Schüler bei Lehrer B (UP 5, UP 6) am meisten Gelegenheit, eventuell fehlerhafte Auffassungen zu korrigieren; am wenigsten Korrekturmöglichkeiten wurden in UP 4 (4a + 4b) geboten.

6.1.6 Informative Rückmeldung

Aufgrund der Kenntnis der Unterrichtsaufzeichnungen kann unterstellt werden, daß fehlerhafte bzw. korrekte Identifikationen von Beispielen und Nicht-Beispielen in der Regel eine adäquate Rückmeldung erfuhren.

Darüber hinaus kann das Ausmaß an informativer Rückmeldung - meist auf verbale, lehrinhaltsbezogene Aussagen von Schülern hin - ebenfalls als ein allgemeiner Indikator für Lernchancen

betrachtet werden:

> Je mehr (sachlogisch korrekte) positive bzw. negative Rückmeldungen Schüler im Unterricht auf eigene Äußerungen hin erfahren, umso größer sollte die Wahrscheinlichkeit sein, daß korrekte Annahmen beibehalten werden und fehlerhaftes Wissen korrigiert wird.

Da das Ausmaß an informativer Rückmeldung vom Ausmaß an Schüleräußerungen abhängig ist, wird die jeweilige Anzahl "rückmeldender" Lehreräußerungen zur entsprechenden Anzahl an Schülerbeiträgen in Beziehung gesetzt (s. Tab. 13).

Tab. 13 a: Ausmaß an informativer Rückmeldung
(Lehrinhalt "Winkel"; transformierte Werte in Klammern)

Lehrer	UP	Analyseeinh. insgesamt	Lehrerbeitr. insgesamt	Schülerbeitr. insgesamt	Inform. abs.	Rückmeldg. bezogen auf S-Beiträge %	Posit. abs.	Rückmeldg. bezogen auf S-Beiträge %	Neg. abs.	Rückmeldg bezogen S-Beitr. %
A	1	212	159	53	19	35.8(2)	18	34.0	1	1.8
B	2	240	164	76	53	69.7(3)	40	52.6	13	17.1
C	3	312	190	123	28	22.8(1)	23	18.7	5	4.1

Tab. 13 b: Ausmaß an informativer Rückmeldung
(Lehrinhalt "Nebenwinkel"; dichotomisierte Werte in Klammern)

Lehrer	UP	Analyseeinh. insgesamt	Lehrerbeitr. insgesamt	Schülerbeitr. insgesamt	Inform. abs.	Rückmeldg. bezogen auf S-Beiträge %	Posit. abs.	Rückmeldg. bezogen auf S-Beiträge %	Neg. abs.	Rückmeldg bezogen S-Beitr. %
A	4a	70	48	22	10	45.5(1)	5	22.7	5	22.7
A	4b	115	83	32	15	46.9(1)	7	21.9	8	25.0
B	5	237	143	94	48	51.1(2)	25	26.6	23	24.5
B	6	141	94	47	25	53.2(2)	13	27.7	12	25.5
C	7	105	70	35	14	40.0(1)	11	31.4	3	8.6

Im Unterricht zur Einführung des Begriffs "Winkel" gibt Lehrer C (UP 3) am wenigsten Rückmeldung, Lehrer B (UP 2) am meisten; Lehrer A nimmt eine mittlere Position ein.

Diese Unterschiede lassen sich folgendermaßen erklären:

Die Tatsache, daß Lehrer C nur auf etwa 23 % der Schülerbeiträge eine Rückmeldung gibt, ist auf zwei Faktoren zurückzuführen. Zum einen wurde das in der Anfangsphase des Unterrichts geforderte "Zeigen von Beispielen" (mit relativ vielen Schüler-Beiträgen) vom Lehrer nur selten bewertet; zum anderen wurde die in einer längeren Diskussion gegenüber der - sachlich richtigen - Meinung von Schülern vom Lehrer vertretene - sachlich ungenaue oder falsche - Auffassung nicht als negative Rückmeldung kodiert.

Die zumindest im Vergleich zu Lehrer B niedrige Rate an Rückmeldungen bei Lehrer A (UP 1) läßt sich dagegen mit der Fragetechnik von Lehrer A erklären, der die Schüler häufig nur eine von ihm nicht ganz zu Ende geführte Aussage vervollständigen läßt; die Kategorie "positive Rückmeldung" wurde nur dann kodiert, wenn der Lehrer die entsprechende Ergänzung wiederholte oder explizit bestätigte, nicht aber - was häufig der Fall war -, wenn der Lehrer bei einer richtigen "Antwort" in seinen Ausführungen fortfuhr.

Wenn man annehmen könnte, daß das Ausbleiben einer negativen Rückmeldung auf eine Schülerantwort wie eine positive Rückmeldung wirkt, so wäre dies bei einer eventuell späteren Revision des Analyseschemas zu berücksichtigen.

Bei den Unterrichtsprotokollen UP 4 - UP 7 ("Nebenwinkel") ist die Variation zwischen den Lehrern sehr viel geringer; die niedrigste Rückmeldungsrate in UP 7 könnte u.a. darauf zurückzuführen sein, daß Lehrer C bei der Identifikation von (Nicht-)Beispielen auf Schülerreaktionen meist nicht gleich mit positiver oder negativer Rückmeldung reagierte, sondern weitere Aufforderungen (z.B. "begründe!") an denselben Schüler richtete; dies wird auch durch Tab. 6 gestützt, die zeigt, daß Lehrer C (UP 7) den vergleichsweise höchsten Wert bei der bedingten relativen Übergangshäufigkeit von "S" (Schülerbeitrag) zu "A" (Aufforderung) aufweist.

Die gegenüber Lehrer B geringere Rückmelde-Rate von Lehrer A hängt vermutlich wiederum mit der bereits erwähnten Fragetechnik von A zusammen.

6.1.7 Darbietung des Lehrinhalts

Den die Analyse leitenden Annahmen entsprechend waren folgende Aspekte der Darbietung des Lehrinhalts zu untersuchen:

a) (verbale) Hervorhebung von Merkmalen des jeweiligen Begriffs,

b) Umfang (Quantität) des dargebotenen Lehrinhalts,

c) Darbietung der Lehrinhaltseinheiten in der Zeit,

d) Sequentierung, Verknüpfung und Vernetzung von Bedeutungseinheiten.

Der L e h r i n h a l t (Lehrtext) selbst ist in Tabelle 14 A-C aufgelistet, mit einer groben Zuordnung der Kodierungen; die genaue Liste der einzelnen Lehrinhaltseinheiten (und ihren Kodierungen) befindet sich im Anhang (9.2).

Die einzelnen Aussagen des Lehrtextes sind unterteilt in

- Vorwissen; d.h. Lehrinhalte, die bereits vor den Unterrichtseinheiten "Winkel" bzw. "Nebenwinkel" behandelt waren und deren Verfügbarkeit als notwendige interne Lernvoraussetzung bei den Schülern zu betrachten ist (Tab. 14, Ziff. A),
- Aussagen zum Lehrinhalt "Winkel" (Tab. 14, Ziff. B),
- Aussagen zum Lehrinhalt "Nebenwinkel" (Tab. 14, Ziff. C).

6.1.7.1 Hervorhebung von Merkmalen

Tabelle 15a zeigt die m e r k m a l b e z o g e n e n Lehrinhaltskategorien, die in den einzelnen Unterrichtsprotokollen zur Einführung des Begriffs "Winkel" kodiert wurden; Tab. 15b gibt den Anteil merkmalbezogener Lehrinhaltskategorien an der

Tab. 14

ZUORDNUNG DER LEHRINHALTSKATEGORIEN ZU DEN BEGRIFFEN UND AUSSAGEN DES LEHRTEXTES

TEXT	LEHRINHALTSKATEGORIEN
A. Vom Curriculum her zu unterstellendes Vorwissen:	
(V 1) Eine Ebene (Symbol: 'E')	A01, B01, W17 C01
ist eine Punktmenge	A09, B16,(B17)
mit der Mächtigkeit "unendlich",d.h. sie besteht aus	T01
unendlich vielen einzelnen Punkten	B03
(die Punkte sind Elemente der Ebene);	S11
ihre Ausdehnung ist nach allen Richtungen unbegrenzt.	M21
(V 2) Eine Gerade g	A04, B06
ist eine Teilmenge von E ("liegt in der Ebene E");	S01
sie ist folglich auch eine Punktmenge	C03
(die einzelnen Punkte sind Elemente der Geraden),	S12
ihre Mächtigkeit ist ebenfalls unendlich,	T03
die Ausdehnung ist nach zwei Richtungen unbegrenzt.	M20
(V 3) Durch einen Punkt P,	B02
der Element der Ebene ist	S11 G23
gibt es (unendlich) viele Geraden.	B07
(V 4) Durch zwei verschiedene Punkte A und B,	
die beide Elemente der Ebene E sind,	
gibt es genau eine Gerade.	
(V 5) Eine Gerade teilt die Ebene in zwei Halbebenen.	G13,(G12)
Eine Halbebene	A03, B04
ist eine Teilmenge der Ebene	
- und damit eine Punktmenge -	C02
mit der Mächtigkeit "unendlich".	T02
(V 6) Die Geraden g_1 und g_2 "schneiden sich",	
wenn ihr Durchschnitt genau einen Punkt enthält;	
sie heißen "parallel" wenn ihr Durchschnitt leer ist.	
Durch einen Punkt P gibt es genau eine Parallele zu	
einer gegebenen Geraden.	
(V 7) Jeder Punkt P,	B02
der Element einer Geraden ist ("auf der Geraden liegt")	S12, G06
teilt diese in zwei Halbgeraden.	G16, B13, B14
Eine Halbgerade (Symbol: Buchstabe h)	A05, B12, W15
ist also eine Punktmenge (Teilmenge der Ebene)	C04, S02
ihre Mächtigkeit ist unendlich,	T04
ihre Ausdehnung ist in einer Richtung durch den Punkt P	
begrenzt;	M23
man kann auch sagen: Eine Halbgerade geht von	
einem Punkt aus.	G17

Tab. 14 (Forts.)

TEXT	LEHRINHALTSKATEGORIEN
(V 8) Die Menge aller Punkte einer Gera en, die zwischen zwei Punkten A und B liegen, bilden mit den Punkten A und B	
die Strecke $\overline{AB}$.	A06, B08
Auch eine Strecke ist also eine Punktmenge	
(Teilmenge der Ebene)	C05, S03
ihre Mächtigkeit ist "unendlich".	T05
(V 9) ===== Außerdem sollten Grundbegriffe, Operationen, Relationen und Symbole aus der Mengenlehre bekannt sein:	
- Menge	W20
- Elemente, Elementbeziehung	W21, W18
- Vereinigungsmenge, Mengenvereinigung	S27
- Schnittmenge, Durchschnitt	
- Teilmenge	S10, S29, S28, W19
- Differenzmenge	S30
Ferner können einige allgemeine geometrische Beziehungen oder Operationen vorausgesetzt werden ("liegen auf", "liegen in" ...)	G10, G11, G12
B. Einführung des Begriffs "Winkel":	
Insgesamt soll die Bedeutung folgender Aussagen vermittelt werden:	
"Zwei Halbgeraden h_1 und h_2, die von einem Punkt S ausgehen, teilen die Ebene E in zwei Teilmengen α und β	
α und β heißen "Winkel".	D01
Der Punkt S heißt "Scheitel" des Winkels,	D02
h_1 und h_2 heißen "Schenkel" des Winkels.	D03 D05
Winkel sind unendliche Punktmengen.	D04

Dieser Gesamttext impliziert folgende "Elemente" und Einzelaussagen, die durch Lehrinhaltskategorien repräsentiert werden:	
Gehen zwei Halbgeraden von ein und demselben Punkt S aus, so wird dadurch die Ebene,	G15
in der der Punkt S und die beiden Halbgeraden liegen,	
in zwei Teilmengen - Punktmengen - geteilt.	B17, G14,(G12) G19
Diese beiden Teilmengen,	
die man mit den Symbolen $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ bezeichnet,	W11
heißen "Winkel".	W08, B09, B10
$\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ sind kleine griechische Buchstaben.	W12
Der Punkt S heißt nun "Scheitel" des Winkels,	W01, Z02
- daher verwendet man vorzugsweise das Symbol "S".	W14 W16
Die Halbgeraden h_1 und h_2 heißen "Schenkel" des Winkels.	W02, Z03,(W15)
Der Scheitel eines Winkels ist also stets ein Punkt,	C10
die Schenkel sind stets Halbgeraden.	C09

Tab. 14 (Forts.)

TEXT	LEHRINHALTSKATEGORIEN
Winkel sind - da Teilmengen der Ebene	A07, B09, B10, B11, S04
("Winkel liegt in der Ebene") -	G01, G02
Punktmengen	C06
aus unendlich vielen Punkten (Mächtigkeit unendlich).	T06
Ein Winkel besteht aus	
- dem Scheitel,	T07
- den beiden Schenkeln und	T08,(T16) T10
- der Punktmenge, die zwischen den beiden Schenkeln liegt ("Winkelfeld")	T11 T09, G08, W03, B20
Die Ausdehnung eines Winkels wird durch die beiden Schenkel (Halbgeraden) begrenzt, nicht aber durch irgendwelche Geraden oder Halbgeraden, die die Schenkel schneiden.	G31, M24, M22
Die Differenzmenge zwischen der Ebene und dem Winkel ergibt einen zweiten Winkel+.	S25
Die - nicht leere - Schnittmenge zwischen zwei Winkeln	S23
ist ebenfalls eine Punktmenge,	S20
sie kann mit einer oder	S21
beiden Halbgeraden (Schenkeln) identisch sein	S31
sie kann einen Winkel bilden oder	
eine Punktmenge, die von einem Dreieck umschlossen wird.	S22, W10, C13
Nicht relevant ist stets die räumliche Lage oder Anordnung eines Winkels	Z05
Ein spezielles Grenzbeispiel eines Winkels liegt dann vor, wenn die beiden Schenkel "zusammenfallen"; d.h. wenn die Schnittmenge der beiden Schenkel eine Halbgerade ist.	G18, Z06
C. Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" (einschl. "Gestreckter Winkel")	
Lt. Curriculum soll die Bedeutung folgender Aussagen vermittelt werden:	
"Zwei Winkel heißen "Nebenwinkel", wenn sie den Scheitel und einen Schenkel gemeinsam haben und die Vereinigung der beiden anderen Schenkel eine Gerade bildet.	D06
Die Vereinigung zweier Nebenwinkel heißt "Gestreckter Winkel"; ein gestreckter Winkel ist eine Halbebene."	D07

Dieser Text impliziert folgende "Elemente" und Einzelaussagen:	
Es gibt Winkelpaare (zwei Winkel), die	B10, C07, C15, C17
- den Scheitel gemeinsam haben, solche die	M05
- einen oder	M06
- beide Schenkel gemeinsam haben und schließlich Winkelpaare, die (genau) einen Schenkel und den Scheitel gemeinsam haben+.	

Tab. 14 (Forts.)

TEXT	LEHRINHALTSKATEGORIEN
Hat ein solches Winkelpaar (mit genau einem gemeinsamen Schenkel und einem gemeinsamen Scheitel) außerdem das Merkmal, daß die Vereinigung der beiden nicht-gemeinsamen Schenkel eine Gerade bildet, so heißen die beiden Winkel "Nebenwinkel zueinander" oder ein "Nebenwinkelpaar".	M01 M02 M09 M11 G20, S15,(C11) M10 C08, M07, M03, S16 C16, W05 M12 bis W04 M19, M25
Den Scheitel bzw. einen Schenkel "gemeinsam haben" bedeutet, daß der entsprechende Scheitel bzw. Schenkel sowohl Bestandteil des einen als auch des anderen Winkels ist.	W06, W07 T06, T16
Ein Winkelpaar besteht immer aus zwei Winkeln, also auch ein Nebenwinkelpaar.	C07 T12 T13, C08
Ein Nebenwinkelpaar besteht aus einem Scheitel und insgesamt drei Schenkeln	(T14, T15)
Eine Möglichkeit ein Nebenwinkelpaar zu konstruieren besteht darin, auf einer Gerade einen Punkt zu bestimmen, der die Gerade in zwei Halbgeraden teilt; geht von diesem Punkt eine Halbgerade aus, so werden zwei Winkel erzeugt, die Nebenwinkel zueinander sind.	G06 (G16),C18 G21 G22
Die Identifikation eines Winkelpaares als Nebenwinkelpaar ist also zu begründen mit dem Vorhandensein aller drei relevanter Merkmale;	M11, L02
sind nicht alle drei relevanten Merkmale gegeben so kann es sich nicht um Nebenwinkel handeln.	L03, L04, L05, L07
Das - zwar notwendige - Merkmal, daß Nebenwinkel stets auch "nebeneinander liegen"	G07, M08, M04
ist allerdings nicht hinreichend.	L01, L06
Ein Grenzbeispiel eines Nebenwinkels liegt dann vor, wenn die von Punkt S ausgehende Halbgerade (der gemeinsame Schenkel) mit einem der beiden anderen Schenkel "zusammenfällt".	Z07
Die Vereinigung zweier Nebenwinkel heißt "Gestreckter Winkel".	S24 (S17) S17, S18, S19, W09, B21, C12,
Ein gestreckter Winkel ist eine Halbebene.	C14, G25

Gesamtzahl der jeweils vorgekommenen Lehrinhaltskategorien wieder.

Tab. 15a: Häufigkeit des Auftretens merkmalbezogener Lehrinhaltskategorien (Lehrinhalt "Winkel")

		merkmalbezogene Lehrinhaltskategorien									
Lehrer	UP	C06	C09	T06	T07	T08	T09	T10	G31	D01	$\sum$
A	1	2	1	1	4	4	5	1	0	0	18
B	2	2	3	0	1	1	0	0	0	14	21
C	3	7	2	0	0	1	4	0	2	3	19

Tab. 15b: Merkmalbezogene Lehrinhaltskategorien insgesamt und Anteil an der Gesamtzahl der Lehrinhaltskategorien (Lehrinhalt "Winkel")

Lehrer	UP	Anz.Lehrinhalts-Kateg.insgesamt	Anz.merkmalbez. Lehrinh.-Kateg.	%	dichotomis. Daten
A	1	212	18	8.5	2
B	2	240	21	8.8	2
C	3	313	19	6.1	1

Während sich UP 1 und UP 2 hinsichtlich des Ausmaßes an Merkmalbetonung kaum unterscheiden, ist der entsprechende Wert in UP 3 etwas geringer. Dies kann (wiederum) darauf zurückgeführt werden, daß Lehrer C (UP 3) längere Zeit die "Größe" einer Teilmenge der Ebene behandelte, wodurch die Anzahl der nicht-merkmalbezogenen Lehrinhaltskategorien erhöht wurde.

Tab. 15c: Häufigkeit des Auftretens merkmalbezogener Lehrinhaltskategorien (Lehrinhalt "Nebenwinkel")

		merkmalbezogene Lehrinhaltskategorien																							
		Merkmal I				Merkmal II						Merkmal III						"Teile"		Verknüpfung von Merkmalen				Definition	
Lehrer	UP	M01	M05	M12	M16	T15	M02	M06	M13	L04	M17	M03	M07	M14	L07	M18	G20	W06	W07	M09	M10 M11	M25	L05	D06	Σ
A	4a		1					1								1	1	3	3	3				0	13
A	4b		2					3				14					2							7	28
A	4+	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	14	0	0	0	1	3	3	3	3	0	0	0	7	41
B	5	0	2	0	3	8	1	1	0	0	3	3	3	0	5	4	2	1	4	5	2	0	3	14	64
B	6	1	2	3	1	0	1	4	3	0	4	1	2	7	0	0	0	3	2	0	0	1	0	14	49
C	7	7	2	0	0	0	6	2	0	1	0	6	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	7	36

+4a und 4b zusammengefaßt.

Tab. 15d: Merkmalbezogene Lehrinhaltskategorien insgesamt und Anteil an der Gesamtzahl der Lehrinhaltskategorien (Lehrinhalt "Nebenwinkel")

Lehrer	UP	Anz.Lehrinhalts-Kateg.insgesamt	Anz.merkmalbez. Lehrinh.-Kateg.	%	dichotomis. Daten
A	4	185	41	22.2	1
B	5	237	64	27.0	1
B	6	140	49	35.0	2
C	7	105	36	34.3	2

UP 1 (A) und UP 2 (B) unterscheiden sich allerdings recht deutlich hinsichtlich der Art der merkmalbezogenen Aussagen, die angesprochen wurden:

Während Lehrer A (UP 1) des öfteren die (Bestand-)Teile des Winkels betont (T06 - T10), entwickelt Lehrer B (sukzessive) den Text der Definition des Begriffs Winkel an der Tafel (D01); diese (vollständige) Definition wird in UP 1 überhaupt nicht verwendet.

Die entsprechenden Daten für die Unterrichtsprotokolle zur Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" sind in den Tabellen c und d enthalten.

Unter quantitativem Aspekt gesehen, werden die relevanten Merkmale des Begriffs "Nebenwinkel" am relativ häufigsten in Unterrichtsprotokoll 6 (Lehrer B) und UP 7 (Lehrer C) hervorgehoben; am wenigsten ist dies in UP 4a und 4b der Fall (Lehrer A).

Die geringere Hervorhebung der einzelnen Merkmale bei Lehrer A läßt sich möglicherweise dadurch erklären, daß er versucht, den Begriff "Nebenwinkel" zunächst quasi "operativ", d.h. (hier) durch die Art und Weise der geometrischen Konstruktion einzuführen, was durch den curricular vorgegebenen Text auch tatsächlich naheliegt.

Die Unterschiede zwischen UP 5 und UP 6 (beide Lehrer B) sind wohl zumindest teilweise dadurch bedingt, daß in UP 5 insgesamt längere Zeit darauf verwendet wird, ein bestimmtes Merkmal (Merkmal III: die zwei nicht-gemeinsamen Schenkel der Nebenwinkel müssen eine Gerade bilden) zu "identifizieren" und zu formulieren; die Aufforderungen des Lehrers, das Merkmal zu suchen, wurden aber nicht als "Hervorhebung" des Merkmals gewertet.

Darüber hinaus wird die Tatsache, daß in UP 5 mehr Zeit zur Verfügung steht als in UP 6 (dort wird zu Beginn noch eine Hausaufgabe besprochen, was aber nicht analysiert wurde), von Lehrer B dazu benutzt, einige Aspekte des Lehrstoffs zu besprechen, die nichts mit den Merkmalen des Begriffs "Nebenwinkel" im engeren Sinn zu tun haben, wodurch die Gesamtzahl der Lehrinhaltskategorien aber zunahm (vgl. dazu "Umfang des Lehrinhalts" - 6.1.7.2- und "Unterrichtstempo" - 6.1.7.3 -).

6.1.7.2 Umfang des Lehrinhalts

Die "Verfilzungs"-Werte (s. 5.3.6.3) der einzelnen Unterrichtsprotokolle sind in Tabelle 16a (Lehrinhalt "Winkel") und Tabelle 16b (Lehrinhalt "Nebenwinkel") zusammengestellt.

Tab. 16 a: "Verfilzung" der Lehrinhaltskategorien als Maß für den relativen Umfang des dargebotenen Lehrinhalts (Lehrinhalt "Winkel")

Lehrer	UP	Anz.interpretierbarer Lehrinh.-Kategor.insges.	Anz.verschied. Lehrinhalts-Kategorien	V	dichotomisierte Werte
A	1	196	44	0.78	(1)
B	2	217	46	0.79	(1)
C	3	260	44	0.83	(2)

Tab. 16 b: "Verfilzung" der Lehrinhaltskategorien als Maß für den relativen Umfang des dargebotenen Lehrinhalts (Lehrinhalt "Nebenwinkel")

Lehrer	UP	Anz.interpretierbarer Lehrinh.-Kategor.insges.	Anz.verschied. Lehrinhalts-Kategorien	V	dichotomisierte Werte
A	4a	66	27	-	-
A	4b	100	28	-	-
A	4+	166	46	0.72	(1)
B	5	230	48	0.79	(2)
B	6	134	38	0.72	(1)
C	7	105	28	0.73	(1)

+ Werte für UP 4a vereinigt mit UP 4b.

Bei beiden Lehrinhalten zeigen die Maße für den relativen Umfang des dargebotenen Lehrinhalts eine ziemlich geringe Variation; die beiden jeweils vergleichsweise etwas erhöhten Werte[61] (UP 3: 0.83 und UP 5: 0.79) lassen sich durch die große Häufigkeit bestimmter Kategorien erklären, die bei den anderen Unterrichtsprotokollen nicht gegeben ist:

In UP 3 (Lehrer C) wurde allein die Kategorie "Z04" 65 mal kodiert, und zwar bezieht sie sich auf konkrete "Repräsentationen" des Begriffs "Winkel", die Lehrer C insbesondere zu Beginn des Unterrichts zeigen bzw. nennen läßt.

In UP 5 wurde die Kategorie "C08", (Bezeichnung von zwei Winkeln als Nebenwinkelpaar) insgesamt 57 mal kodiert. In allen anderen Unterrichtsprotokollen gibt es keine einzelne Kategorie, die mehr als 33 mal vorkommt.

6.1.7.3 Unterrichtstempo

Die Werte für das "mittlere Unterrichtstempo" und die Standardabweichungen der u-Werte des analysierten Unterrichts sind in Tab. 17 a und Tab. 17 b zusammengestellt (s. 5.3.6.4).

Tab. 17 a: Mittleres Unterrichtstempo (U) und Standardabweichungen (SAW) der u-Werte; jeweils für 30- und 120-Sekunden-Intervalle (Lehrinhalt "Winkel"; dichotom. Werte in Klammern)

Lehrer	UP	mittl.Unt.-tempo U bei u (30)		SAW u(30)	mittl.Unt.-tempo U bei u (120)		SAW u(120)
A	1	10.3	(1)	12.8(1)	43.9	(1)	41.8(1)
B	2	14.2	(1)	13.1(1)	55.4	(1)	31.0(1)
C	3	21.0	(2)	21.1(2)	82.2	(2)	74.0(2)

61) Ein hohes Maß an "Verfilzung" bedeutet einen geringen relativen Lehrinhalts-Umfang!

Tab. 17 b: Mittleres Unterrichtstempo (U) und Standardabweichungen (SAW) der u-Werte; jeweils für u(30) und u(120) (Lehrinhalt "Nebenwinkel"; trichotom. Werte in Klammern)

Lehrer	UP	mittl.Unt.-tempo U bei u (30)	SAW u(30)	mittl.Unt.-tempo U bei u (120)	SAW u(120)
A	4a	5.9 (1)	5.7(1)	21.9 (1)	15.6(1)
A	4b	8.3 (2)	8.3(2)	31.1 (2)	21.0(2)
B	5	11.6 (3)	13.0(3)	45.4 (3)	37.0(3)
B	6	6.9 (2)	8.0(2)	27.0 (2)	20.1(2)
C	7	10.5 (3)	9.1(2)	38.3 (2)	29.2(2)

Die Verlaufskurven für das Unterrichtstempo sind in Abb. 16a und Abb. 16b wiedergegeben; dabei wurde jeweils ein 120-Sekunden-Intervall zugrundegelegt.

Beim Lehrinhalt "Winkel" zeigt die Verlaufskurve zu UP 1 (Lehrer A) zwischen dem 10. und dem 15. (120-Sekunden) Zeitintervall[62)] ein deutliches "Tal", welches der Einführung der griechischen Buchstaben entspricht, für die Lehrer A relativ viel Zeit aufwendet.

Die beiden ersten "Gipfel" der Kurve entsprechen dagegen der Einführung der Begriffe "Scheitel" und "Schenkel" bzw. der Einführung der Beziehungen des Begriffs "Winkel" zum Begriff der "Ebene" und die daraus abgeleiteten Relationen (Punktmengen).

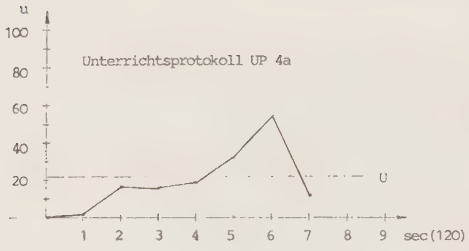
Die beiden späteren "Spitzen" kommen dadurch zustande, daß noch mehrere "neue" Lehrinhaltseinheiten eingeführt werden (Symbol-Bezeichnungen für "Scheitel" und "Schenkel"; Schenkel als Halbgerade") einerseits sowie Hinweise bzw. Fragen von Lehrer A hinsichtlich des Winkels Beta als Komplementmenge zur Ebene (wird dann in dieser Unterrichtsstunde nicht mehr zu Ende geführt).

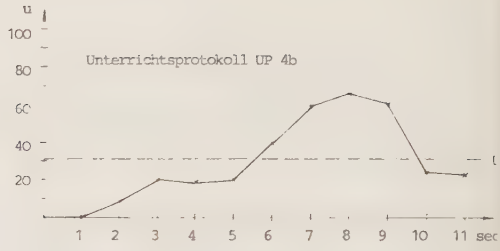
62) Das entspricht dem 40. bis etwa 64. 30-Sekunden-Intervall

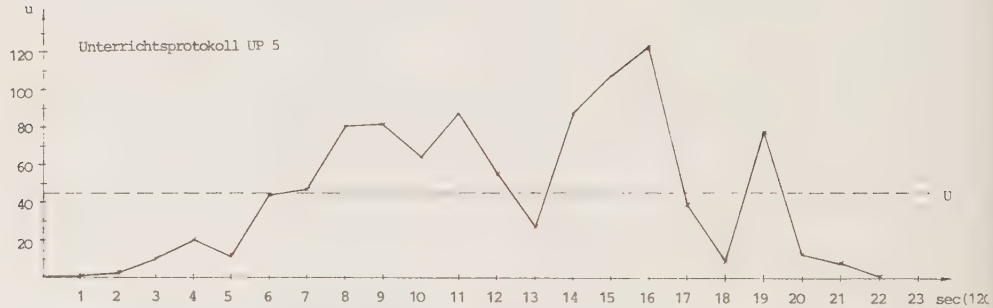
u
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
Unterrichtsprotokoll UP 1
U
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
sec(120)

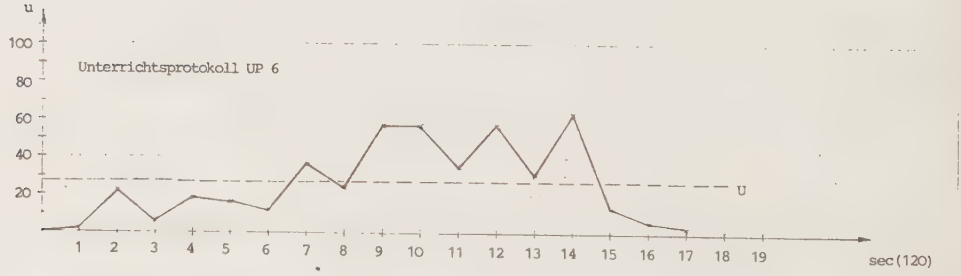
u
140
120
100
80
60
40
20
Unterrichtsprotokoll UP 2
U
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
sec(120)

u
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
Unterrichtsprotokoll UP 3
U
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21









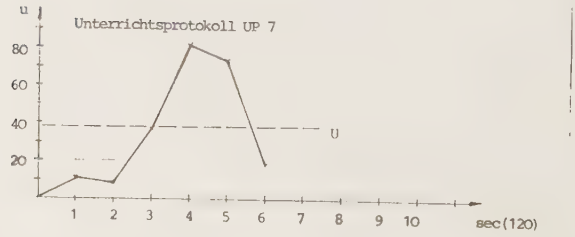


Abb. 16b: Verlaufskurven zur Variablen "Unterrichtstempo"
hier: Unterrichtsprotokolle zum Lehrinhalt "Nebenwinkel"

Die Einführung der griechischen Buchstaben (bzw. die dadurch bedingte häufige Wiederholung derselben Lehrinhalts-Kategorie hintereinander) zeigt sich auch in UP 2 (Lehrer B) als eine "Vertiefung" der Kurve (allerdings weniger stark ausgeprägt, da eine etwas weniger ausführliche Behandlung dieses Punktes). Die beiden Erhebungen vor und nach dieser Einbuchtung entsprechen zum einen der Einführung des Begriffs "Winkel" im engeren Sinne (nach der Wiederholung von Mengenbeziehungen und Darstellung der Operation des Teilens einer Punktmenge durch Geraden bzw. Halbgeraden) und der Darstellung unterschiedlicher Relationen zwischen Punkten und Winkeln.

In UP 3 läßt Lehrer C zunächst über einige Zeit "Repräsentationen" des Begriffs "Winkel" zeigen, was sich in einem verhältnismäßig langsamen Anstieg der Kurve widerspiegelt. Der erste "Gipfel" der Kurve entspricht der Hinwendung zu geometrischen Sachverhalten im engeren Sinne (Ebene, Geraden, Punkt). Die dann folgende Einbuchtung resultiert aus der teilweise sachlich falschen Darstellung der Mächtigkeit bzw. "Größe" von Teilmengen der Ebene durch Lehrer C, wobei sehr häufig die Kategorie "nicht kodierbar" verwendet werden mußte.

Der dann ab Zeitintervall 15 folgende Anstieg der Kurve entspricht der "eigentlichen" Einführung des Begriffs "Winkel" im Sinne des Curriculum; daß die u-Werte in diesem Bereich der Kurve vergleichsweise hoch sind (worauf wiederum das hohe mittlere Unterrichtstempo U zurückzuführen ist), liegt daran, daß Lehrer C eine größere Anzahl den Schülern noch unvertrauter Lehrinhaltseinheiten[63)] erst ab diesem Zeitpunkt darbietet bzw. erarbeiten läßt.

Beim Lehrinhalt "Nebenwinkel" (Abb. 16b) sind die Verlaufskurven für die Unterrichtsprotokolle 4a und 4b mit denen der anderen Unterrichtsprotokolle kaum vergleichbar, da sich die Einführung des Begriffs dort über zwei Unterrichtsstunden (genauer: das letzte Drittel einer Unterrichtsstunde und etwa die erste Hälfte

63) Zumindest in dem analysierten Unterricht noch nicht angesprochene Bedeutungseinheiten.

der darauf folgenden) erstreckt; die einzelnen u-Werte (Ordinaten-Werte; vgl. 5.3.6.4) werden jedoch für jedes Unterrichtsprotokoll unabhängig voneinander berechnet, so daß Bedeutungseinheiten, die in UP 4a bereits eingeführt waren, in UP 4b bei ihrem ersten Auftreten wieder als "neu" bzw. "unvertraut" gelten (vgl.5.3.6.4 ; Fußnote auf Seite 173).

Dieser Sachverhalt schlägt sich auch in den Verlaufskurven der Unterrichtsprotokolle UP 5, UP 6 und UP 7 nieder, da hier die in früheren Unterrichtsstunden (etwa UP 2, UP 3) eingeführten Begriffe und Bedeutungseinheiten ebenfalls bei ihrem ersten Auftreten als "unvertraut" gelten, und somit zu überhöhten u-Werten führen, was wiederum die Werte der tatsächlich neuen und unvertrauten Bedeutungseinheiten (zum Begriff "Nebenwinkel") nivelliert.

So läßt sich auch erklären, weshalb die Verlaufskurve zu UP 7 nicht - wie eigentlich zu erwarten - sehr hohe u-Werte aufweist, und zwar von Beginn an, obwohl doch Lehrer C in diesem Fall den gesamten Lehrinhalt zum Begriff "Nebenwinkel" innerhalb von 20 Minuten behandelt (der relative "Umfang" des Lehrinhalts ist nicht geringer als bei den anderen Unterrichtsprotokollen; vgl. 6.1.7.2, Tab. 16b).

6.1.7.4 Sequentierung, Verknüpftheit und lehrinhaltskonforme Vernetzung

Die Resultate zu den Variablen "Sequentierung" und "lehrinhaltskonforme Vernetzung" werden im folgenden in einem Abschnitt dargestellt, da sie eng aufeinanderbezogen sind.

Auf die quantitative Auswertung der Variable "Verknüpftheit" wurde dagegen verzichtet, nachdem sich zeigte, daß vergleichbare und (inhaltlich) valide Messungen des "C-Wertes" (s. 5.3.6.6) im vorliegenden Fall kaum möglich sein würden[64].

Die Abbildungen 17 bis 19 zeigen die Sequenzdarstellungen für die einzelnen Unterrichtsprotokolle zum Lehrinhalt "Winkel",

64) Siehe dazu 6.1.8 (Diskussion der Maße und Darstellungsweisen für die "Darbietung der Lehrinhalte").

Abbildungen 20 bis 24 entsprechend für den Lehrinhalt "Nebenwinkel".

Da die Reihenfolge der Lehrinhaltskategorien in den Zeilen (oder Spalten) der Reihenfolge ihres ersten Auftretens in dem jeweiligen Unterricht entspricht, erübrigt sich hier eine gesonderte Darstellung der "einfachen" Sequenz der Lehrinhaltskategorien[65].

- UP 1 (Lehrer A)

  Lehrer A (UP 1) beginnt den Unterricht mit einer Wiederholung geometrischer Grundbegriffe ("Ebene"-B01, "Gerade"-B06, etwas später: "Halbgerade"-B12), ihren Merkmalen (C01, T01, M21, C03, T03, M20, T04)[66] und einigen Beziehungen zwischen diesen Begriffen (G04, S01, S12, S11), wobei auch kurz einige allgemeine Mengenrelationen und ihre Symbolbezeichnungen wiederholt werden (W18, W19, W20, W21, S10). Damit sind anscheinend alle für die Einführung des Begriffs "Winkel" wichtigen Begriffe und Regeln wieder aktualisiert worden.

  Lehrer A stellt dann zwei von einem Punkt ausgehende Halbgeraden (G15) dar und fragt die Schüler nach ihrer Assoziation hinsichtlich der entstandenen Gestalt. "Winkel" (A07, B09) wird schnell gefunden und für die beiden Halbgeraden und den Ausgangspunkt werden die Bezeichnungen "Schenkel" bzw. "Scheitel" eingeführt, wobei auf die entsprechenden Homonyme hingewiesen wird (W01, W02). Im weiteren Verlauf werden die Beziehungen zwischen "Winkel" und "Ebene" (G01, S04) und dann die Teile und Merkmale eines Winkels dargestellt (T08, T07, T09, T11, T10, T17, C04, C06). Lehrer A verwendet ausschließlich eine etwas längere Zeitspanne auf die Einführung der Symbolbezeichnungen, insbesondere die griechischen Buchstaben (W11, W13, W14, W15).

  Am Ende der Unterrichtsstunde fragt Lehrer A nach der Differenzmenge der Ebene ohne die Punktmenge des Winkels (S25, S09); dieser Punkt kann aber nicht mehr behandelt werden.

Die Sequenzdarstellung zeigt insbesondere zu Beginn (Wiederholung der Grundbegriffe) und am Ende ("Teile" und Relationen zwischen Winkel und Ebene) der Unterrichtsstunde eine größere Anzahl von "Schleifen"; "Zirkel" (unmittelbar Aufeinanderfolge derselben

---

65) Listen der Lehrinhaltskategorien in der gleichen Reihenfolge, zusätzlich mit einer Angabe der Häufigkeit des Vorkommens jeder einzelnen Kategorie finden sich im Anhang (s. 9.5).

66) Bei dieser und den folgenden Sequenzbeschreibungen werden nur die für die Sequenz insgesamt am wichtigsten erscheinenden Kodierungen genannt, da die Beschreibung andernfalls zu detailliert werden müßte. Zur sachlogischen Zuordnung der nicht genannten Kodierungen siehe Tab. 14, S.213ff. Die jeweils entsprechende genaue "Proposition" kann aus Anhang, 9.2 entnommen werden.

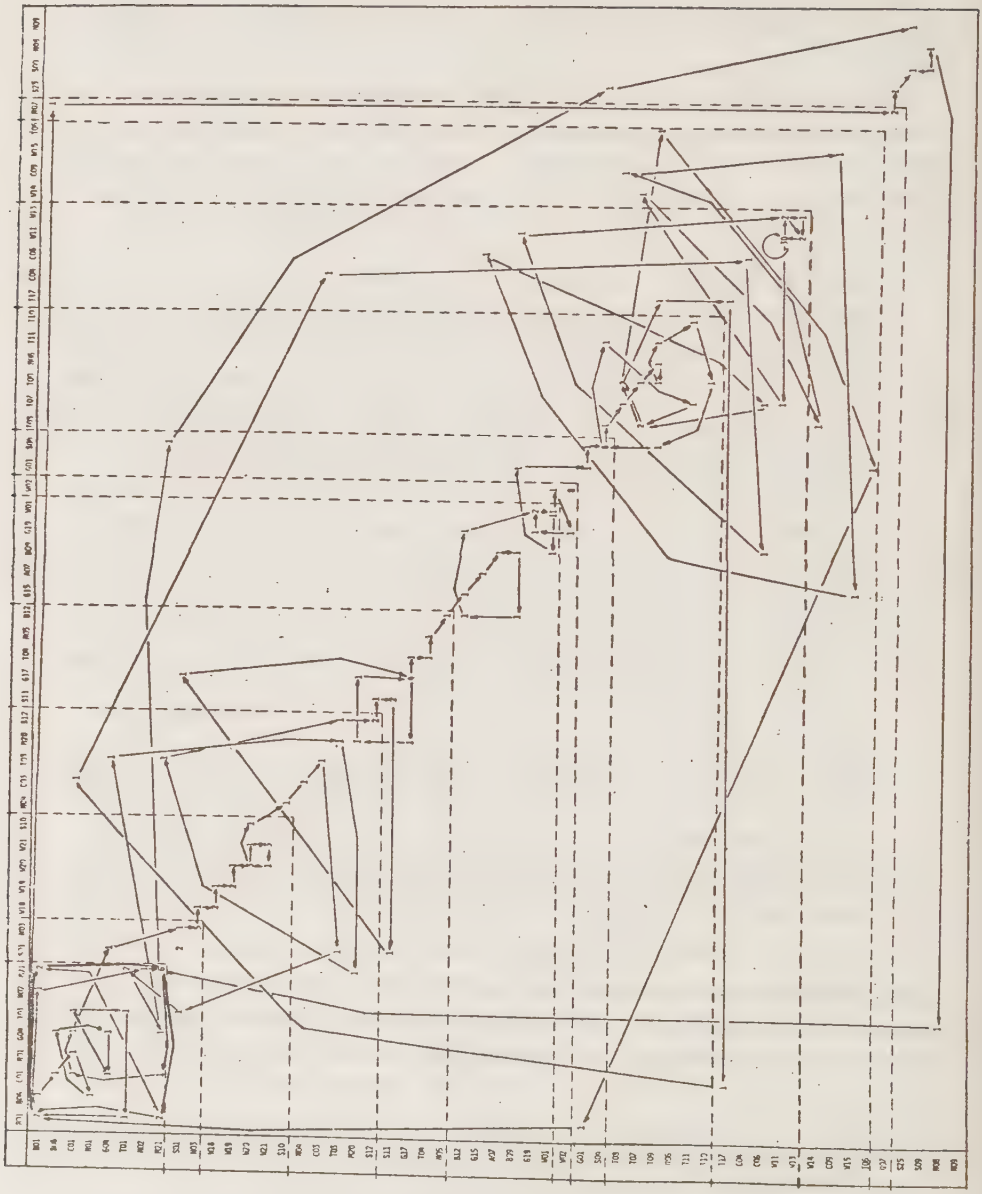


Abb. 17: Sequenzdarstellung zu UP 1

Bedeutungseinheit) finden sich - abgesehen von der Einführung der griechischen Buchstaben - vor allem bei der Einführung der Bezeichnungen "Scheitel" (W01) und "Schenkel" (W02), bei der Aussage, daß die Ebene unbegrenzt ist (M21) und beim Begriff "Ebene" (B01).

Ein wichtiges "Verknüpfungselement" - im Sinne des oben operationalisierten Konzeptes der "Verknüpftheit" - scheint der Begriff "Punktmenge" zu sein, was offenbar mit den Intentionen des Curriculum durchaus übereinstimmt (vgl. Lehrtext, Tab. 14b).

Eine Überprüfung der "Vernetzung" auf ihre Lehrzielkonformität - vgl. dazu Abb. 5 - ergibt zum einen, daß Lehrer A die Relation "teilen (der Ebene) in (zwei Punktmengen)" bei der Einführung des Begriffs Winkel in dieser Unterrichtsstunde nicht anspricht (er behandelte dies in der darauffolgenden, hier nicht analysierten Unterrichtsstunde).

Problematischer könnte allerdings die Vernetzung der Bezeichnung "Winkel" mit (meist) "spitzwinkligen" Repräsentationen von Form- oder Gestaltprinzipien sein, da diese praktisch als Beispiele des Begriffs Winkel behandelt werden (z.B. demonstriert Lehrer A "Winkel" durch Grätschen der Beine), obwohl sie nur schlecht oder gar nicht geeignet sind, die - im Sinne des Curriculum - wichtigsten Merkmale des Begriffs "Winkel" zu repräsentieren (unendliche Punktmenge, Teilmenge der Ebene, Unbegrenztzeit der Schenkel usw.).

Dies bedeutet, daß die Bezeichnung "Winkel" (als Wortmarke) außer mit bestimmten Punktmengen auch mit bestimmten "Gebilden" (Gestaltprinzipien) verknüpft wird, ohne daß eine klare Trennung der Realitätsbereiche erfolgt, was die Voraussetzung dafür wäre, daß Homonyme als solche interpretiert werden können (vgl. 2.1.3).

- UP 2 (Lehrer B)

  Auch Lehrer B beginnt den Unterricht mit einer Wiederholung der wichtigsten geometrischen Grundbegriffe "Gerade", "Halbgerade" (B12), "Strecke" (B08), "Ebene" (C01), "Punktmenge" (B16), ihren Eigenschaften (T04, T05, T03) und einigen (Mengen-)Relationen (S11, S01, S02, S30, S29). Anschließend läßt der Lehrer Schüler Operationen des Teilens einer gegebenen Punktmenge in zwei Teilmengen - nacheinander durch eine Gerade (G09), durch eine Strecke (G11), eine Halbgerade (G12) und schließlich durch zwei Halbgeraden (G12) - durch-

führen und demonstrieren.

Die zuletzt ausgeführte Operation wird dann auf die Punktmenge "Ebene" übertragen (B13, G14), die erzeugten Teilmengen (der Ebene) werden als solche identifiziert (B17) und mit den Symbolen "α" und "β" bezeichnet (W11); unter Bezug auf die Bedeutung der entsprechenden Homonyme werden die Bezeichnungen "Scheitel" und "Schenkel" (W01, W02) und - ähnlich - auch "Winkel" (W08) (Assoziation: "Winkelhaken") eingeführt.

Lehrer B stellt daraufhin zwei "Grenzbeispiele" des Begriffs dar (Winkel, die entstehen, wenn die beiden Schenkel "zusammenfallen") (G18, G17, Z06).

Anschließend wird die "Vereinigung der beiden Halbgeraden (Schenkel)" erläutert (S15), wobei das Konzept der Mengenvereinigung kurz wiederholt (S27) und u.a. vom Konzept des Durchschnitts bzw. der Schnittmenge unterschieden wird (S26).

Der Lehrer stellt dann die Aufgabe, einen Definitionstext für den Begriff "Winkel" zu formulieren (D01), wobei er einen "Lückentext" an der Tafel vorgibt, bei dem die Schüler die Formulierung von Merkmalen des Begriffs finden sollen; zur Kontrastierung wenigstens eines Merkmals wird ein Nicht-Beispiel dargeboten. Bei der Formulierung rufen die Bezeichnungen "alpha" und "beta" bei einem Schüler die Assoziation "Alphabet" hervor, was vom Lehrer kurz aufgegriffen wird (W12). Der Begriff "Winkel" wird als wichtiger Begriff hervorgehoben und die Formulierung des Textes zu Ende geführt, wobei einige Merkmale des Begriffs kurz rekapituliert werden (T06, C06).

Danach werden weitere Buchstaben des griechischen Alphabets eingeführt, zum Teil mit Hinweisen auf den Schülern bereits bekannte Bezeichnungen ("Delta" u.ä.) (W13).

Nach einer Wiederholung des Definitionstextes bietet der Lehrer zwei weitere (komplementäre) Beispiele des Begriffs "Winkel" dar, wobei die Schüler aufgefordert sind, für eine Reihe von Punkten, die im Bereich der beiden Winkel markiert sind, die richtige Mengenrelation zu identifizieren (S14); veranlaßt durch den Fehler eines Schülers bei der Bearbeitung einer Teilaufgabe dazu, wird die - unbegrenzte - Ausdehnung der Winkel(flächen) hervorgehoben (T08, T09).

Besonders betont wird auch der Sachverhalt, daß Punkte, die auf den Schenkeln der Winkel liegen (G05), Element beider Winkel sind; die zugrundeliegende Mengenrelation (S21, S31) wird in formaler Schreibweise dargestellt.

Schließlich werden die Schüler aufgefordert, Tafelbilder und -anschriebe abzuzeichnen bzw. abzuschreiben (bis Ende der Unterrichtsstunde).

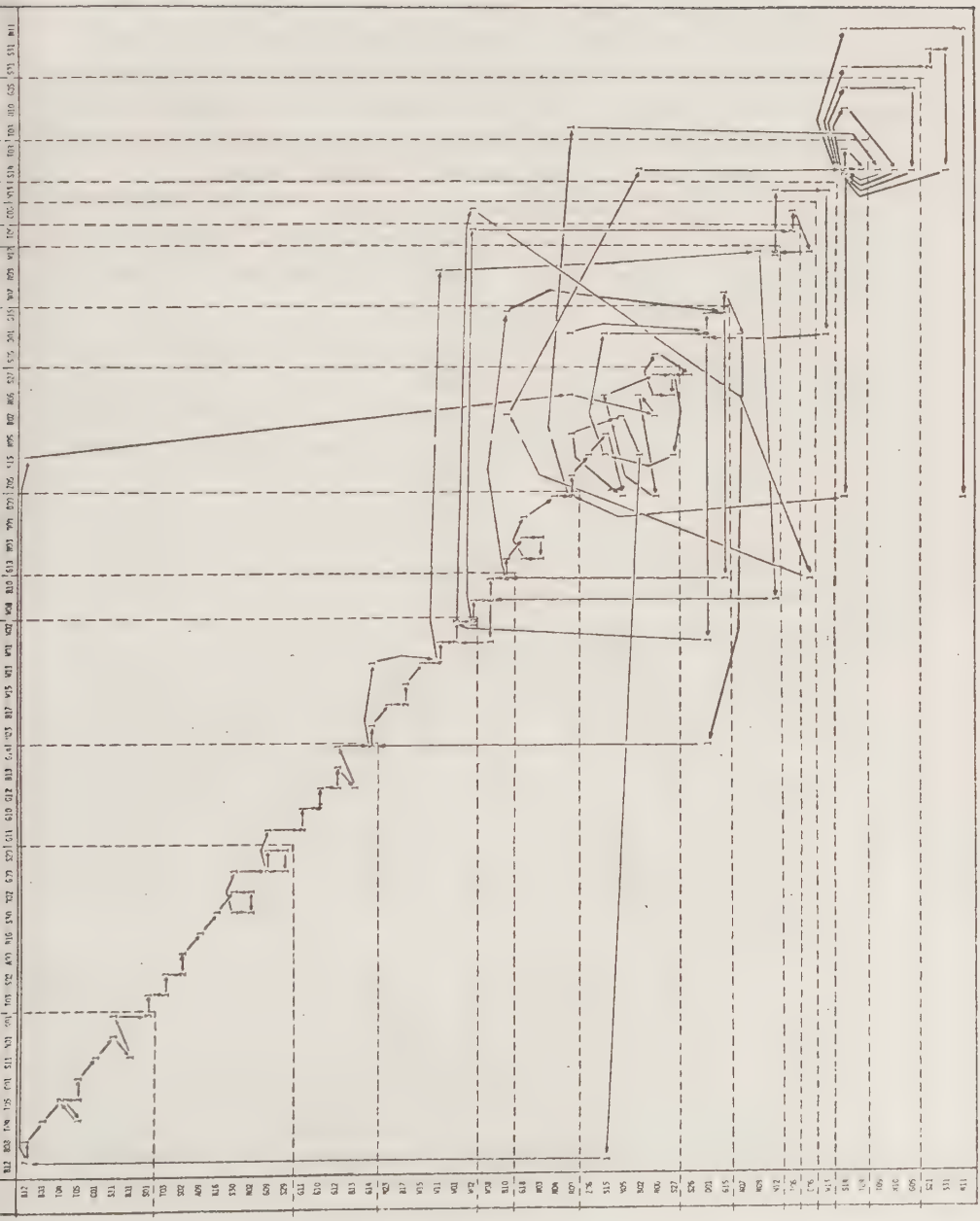


Abb. 18: Sequenzdarstellung zu UP 2

Im Gegensatz zu UP 1 zeigt die Sequenzdarstellung dieses Unterrichtsprotokolls ziemlich genau bis zur Einführung des Begriffs "Winkel" einen fast "linearen" Verlauf mit nur wenigen "Schleifen" und "Zirkeln"; d.h. eine Bedeutungseinheit folgt auf die andere. Danach zeigt sich zunächst ein "treppenförmiger" Verlauf - was bedeutet, daß auf die dann neu eingeführten Bedeutungseinheiten jeweils etwas ausführlicher eingegangen wird -, bis schließlich auf die Bedeutungseinheiten, die sich unmittelbar auf den Begriff "Winkel" beziehen, immer wieder ("Schleifen") in Verbindung mit anderen geometrischen Relationen und Operationen zurückgegriffen wird.

Die Vernetzung der Begriffe scheint in diesem Unterricht völlig lehrinhaltskonform zu sein (vgl. Abb. 5), zumal die Bezeichnung "Winkel" ausschließlich für den geometrischen Sachverhalt verwendet wird und die "Gestalt"-Assoziationen lediglich zum "Finden" von Benennungen herangezogen werden.

Bei der Einführung des Begriffs "Winkel" ist als wichtiges Element der Verknüpfung die Relation "teilen (einer Punktmenge)" hervorzuheben.

- UP 3 (Lehrer C)

  (Lehrer C hat die bereits früher behandelten Grundbegriffe der Geometrie: Gerade, Halbgerade, Ebene usw. in der der analysierten unmittelbar vorangehenden Unterrichtsstunde rekapituliert).

  Lehrer C nennt zu Beginn des Unterrichts die Bezeichnung "Winkel" (W08) und fordert die Schüler auf, die Bedeutung dieser Bezeichnung zu explizieren. Die Schüler identifizieren, nennen und zeigen daraufhin eine Reihe von "Repräsentationen" des Begriffs "Winkel" im Sinne eines "Form-" oder "Gestaltprinzips" (Ecken von Türen, Fenstern, Raum usw., sowie an einigen vom Lehrer eigens mitgebrachten Objekten - Z04); diese "Beispiele" werden vom Lehrer C als solche bestätigt.

  Nach der Lehrer-Aussage, daß Winkel stets "in der Ebene liegen" (A01, B01) wird der Begriff der Ebene (als unendliche und unbegrenzte Punktmenge) kurz wiederholt (C01, T01, M21). Der Lehrer stellt dann eine Gerade dar (A04, B06), die die Ebene in zwei Halbebenen teilt (G13); diese Gerade wiederum wird durch einen Punkt in zwei Halbgeraden geteilt (G16, W15). Den Schülern wird die Aufgabe gestellt, die Ebene nun in zwei ungleich große Teilmengen zu teilen (N, G12, B17). Während mehrere Schüler versuchen, die Aufgabe zu lö-

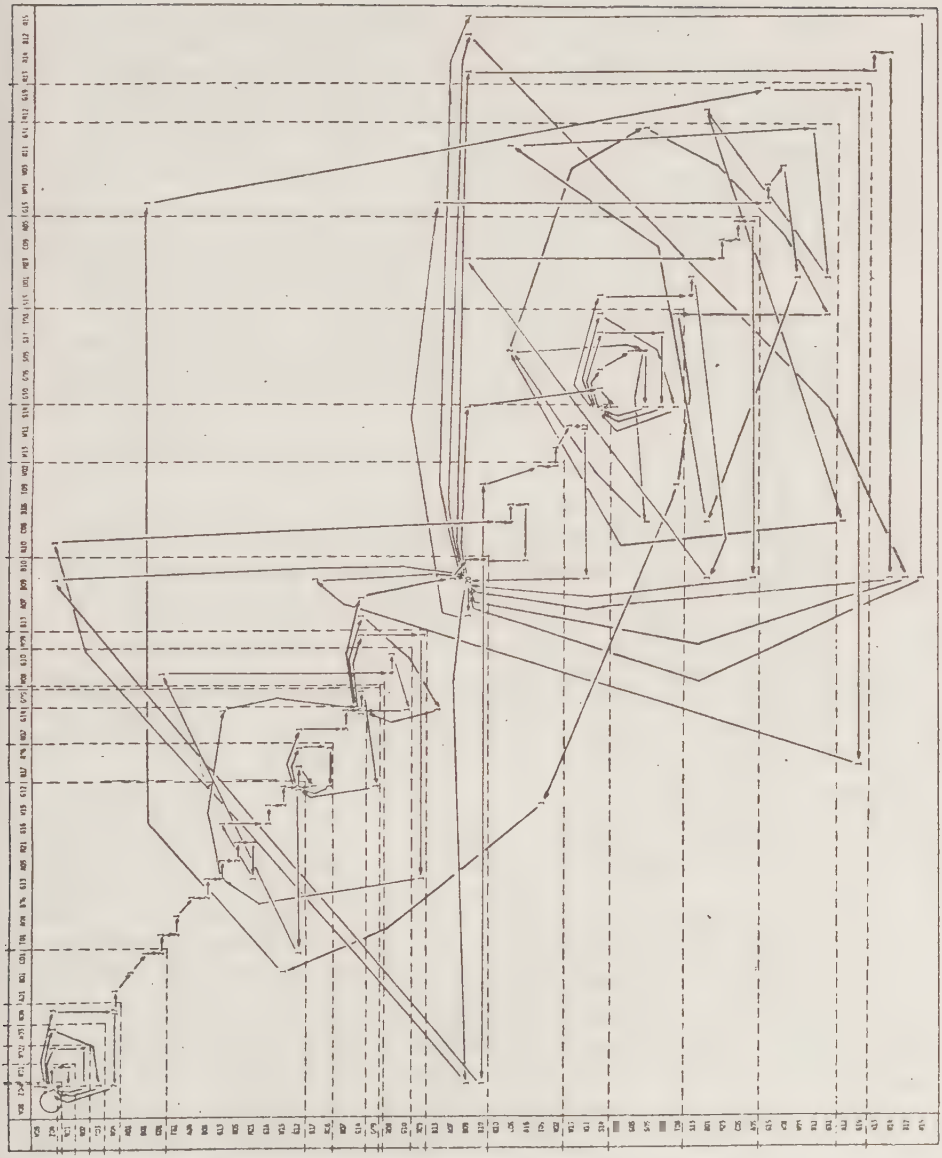


Abb. 19: Sequenzdarstellung zu UP 3

sen (u.a. wird die Tafel in zwei ungleiche Hälften geteilt), diskutieren einige Schüler mit dem Lehrer über die (Un-)Möglichkeit zwei ungleich große (aber jeweils unendliche) Teilmengen der Ebene zu erzeugen (N); diese Diskussion wird auch fortgesetzt, nachdem ein anderer Schüler vorgeschlagen hat, zur Lösung der gestellten Aufgabe zwei Halbgeraden von einem Punkt ausgehen zu lassen (N, G12, G14). Bei der weiteren Diskussion über die (Un-)Gleichheit der beiden Teilmengen versucht Lehrer C, die "unterschiedlichen Größen" durch Darstellung eines ungleich aufgeteilten Kuchens zu veranschaulichen (N, G09, G10). Als wenigstens einer der Schüler diese Analogie zurückweist, bricht der Lehrer die Diskussion zu diesem Punkt ab.

Er bringt die Form der beiden (von einem Punkt ausgehenden) Halbgeraden mit der Bezeichnung "Winkel" in Verbindung und stellt fest, (ohne nähere Begründung) daß zwei Winkel erzeugt wurden (A07, B09, B10), die (verschieden große) Punktmengen sind (C06, B16, T09).

Für die Halbgeraden wird die Bezeichnung "Schenkel" eingeführt (W02) und als Symbolbezeichnung für Winkel griechische Buchstaben (W13, W11), von denen mehrere aufgezählt werden.

Anschließend stellt Lehrer C einige "Winkel" an einem Geo-Dreieck dar, wobei er besonders auf "überstumpfe" Winkel hinweist.

Danach zeichnet er zwei (komplementäre) Beispiele des Winkels an die Tafel und stellt den Schülern die Aufgabe, für Punkte, die im Bereich der beiden Winkel markiert sind, sowie "Teile" des Winkels die korrekten Mengenrelationen anzugeben (S14, G30, G05, S05, S12, T08, S13), welche an der Tafel notiert werden.

Nach dieser Aufgabe werden die Schüler aufgefordert, den Begriff "Winkel" zu explizieren oder zu definieren, wobei ihnen ein Nicht-Beispiel (zwei Halbgeraden, die nicht von einem Punkt ausgehen) dargeboten wird (D01); dabei wird auch die Bezeichnung "Scheitel" eingeführt (W01).

Nachdem eine Formulierung gefunden ist (nicht identisch mit der curricular vorgegebenen), zeichnet Lehrer C mehrere (4) Grenzbeispiele für "Winkel" an, wobei er die Ebene im Tafelbild jeweils durch einen Kreis repräsentiert.

Die Sequenzdarstellung von UP 3 zeigt zu Beginn des Unterrichts einen "Zirkel" (identifizieren, zeigen und nennen von "Winkeln"), danach zunächst einen eher "treppenförmigen" Verlauf bis zur Vorgabe der Aufgabe, die Ebene in zwei Teilmengen zu teilen (G12). Anschließend treten neben bzw. innerhalb einer relativ großen Anzahl von "Schleifen" mehrere "Zirkel" hervor; so bei

- G12: Teilen einer Punktmenge durch zwei Halbgeraden;
- G14: Teilen der Ebene durch zwei Halbgeraden, die von einem Punkt ausgehen;

- B09: Begriff Winkel;
- W11: Einführung griechischer Buchstaben;
- S14: Elementbeziehungen zwischen Punkten und Winkeln.

Hinsichtlich der Variablen "Verknüpftheit" scheint es hier so etwas wie "Scheinverknüpfungen" zu geben, wenn in aufeinanderfolgenden Aussagen zwar gleiche Wörter verwendet werden, diesen jedoch genaugenommen eine andere Bedeutung unterlegt wird. Dies ist anscheinend der Fall, als Lehrer C feststellt, daß "Winkel", die bis dahin als "Form-" oder "Gestaltprinzipien" akzeptiert waren, immer "in der Ebene liegen".

Auch nachdem die geometrische Bedeutung der Bezeichnung "Winkel" erklärt wurde, bietet der Lehrer wiederum "Beispiele" dar, bei denen die wesentlichen Merkmale (unendliche Punktmenge, zwei Halbgeraden, usw.) nicht oder nur schwer erkennbar repräsentiert sind.

Offensichtlich ist die Vernetzung der Konzepte in diesem Unterricht nicht immer lehrinhaltskonform, denn zumindest die Formulierungen von Lehrer C hinsichtlich der "Größe" bzw. "Mächtigkeit" von Teilmengen der Ebene sind falsch.

Im Hinblick auf den Begriff "Winkel" ist jedoch bedeutsamer, daß er die Bezeichnung "Winkel" ausdrücklich für bestimmte Form- bzw. "Gestaltprinzipien" akzeptiert, ohne je eine Differenzierung der Verwendung der Bezeichnung einzuführen (z.B. "in der Geometrie nennt man "Winkel" nur ..."); dies scheint insbesondere deshalb nicht unwesentlich, da diese "konkreten" Beispiele das - ohnehin wenig anschauliche - Merkmal "unendliche Punktmenge" überhaupt nicht zu repräsentieren vermögen.

Ähnliches gilt auch für die Darbietung von vier (Grenz-)Beispielen des Begriffs "Winkel" gegen Ende der Unterrichtsstunde, wobei Lehrer C die (unbegrenzte) Ebene - durchaus unüblich - als abgeschlossene Kreisfläche repräsentiert. Durch diese Darstellung werden aber auch die "Schenkel" (stets Halbgeraden) des Winkels inadäquat als Strecken abgebildet, und somit ein wesentliches Merkmal des Begriffs "verdeckt".

Darüber hinaus wird in diesem Unterricht den Schülern eine Definition dargeboten, die im Vergleich zum authentischen Lehrtext ungenau und unvollständig (wenn auch nicht falsch) ist.

- UP 4 (Lehrer A)

  (4a; Unterrichtsprotokoll beginnt nachdem in den ersten 30 Minuten der Unterrichtsstunde die Begriffe "Kreis" und "Bogen des Winkels" behandelt wurden.)

  Lehrer A kündigt zunächst die Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" an; er zeichnet dann - die Schüler sind aufgefordert mitzuzeichnen - eine Gerade an die Tafel (B06), auf der ein Punkt markiert wird (G06). Von diesem Punkt ausgehend wird eine Halbgerade gezeichnet (G17); zwei der so entstandenen Winkel werden als Alpha und Beta bezeichnet (B10, W11, W12). Der Lehrer bezeichnet den Winkel Beta, der n e b e n (wird betont!) dem Winkel Alpha liegt als "Nebenwinkel" (G07, W04). Die Schüler werden nun aufgefordert, den Begriff "Nebenwinkel" zu definieren (D06); als "Kontrast" zeichnet Lehrer A ein Nicht-Beispiel und fordert auf, die beiden Winkelpaare zu vergleichen (C15, M19).

  Die Schüler nennen u.a. "Gerade" als (Teil eines) relevanten Merkmals (wird vom Lehrer bestätigt), versuchen Konstruktionsbeschreibungen (wird zurückgewiesen) (G21, G22) und nennen Merkmale der räumlichen Lage (negative Rückmeldung) (Z05). Ein Schüler fragt nach einem "Grenzbeispiel" (Z07) des Begriffs "Nebenwinkel" (wird als Beispiel bestätigt, aber "ausgeklammert").

  Lehrer A erläutert daraufhin die einzelnen Teile der beiden (Neben-)Winkel (T11), wobei zwei relevante Merkmale genannt werden ("gemeinsamer Scheitel" - W06; "gemeinsamer Schenkel" - W07). Die Schüler werden dann aufgefordert, ein weiteres relevantes Merkmal zu finden (M07), wobei nochmals auf das Nicht-Beispiel hingewiesen wird, das die beiden bereits genannten Merkmale ebenfalls besitzt (M05, M06); es gelingt den Schülern jedoch nicht mehr vor Ende der Unterrichtsstunde eine halbwegs korrekte Formulierung zu finden, obwohl der Begriff "Gerade" mehrmals genannt wird (C11, G04, G20).

  (4b; die Fortsetzung des Unterrichts findet drei Tage später statt.)

  Zu Beginn der Unterrichtsstunde zeichnet Lehrer A ein Positiv-Beispiel (Nebenwinkel) an die Tafel (B10, C08) und fordert auf, das "Resultat" der vorangegangenen Unterrichtsstunde zu rekapitulieren (D06). Die Schüler nennen die beiden dort bereits erarbeiteten Merkmale des Begriffs (M06, M05), worauf Lehrer A auffordert, ein drittes relevantes Merkmal des Begriffs "Nebenwinkel" zu finden und zu formulieren (M03); er zeichnet dabei wiederum ein Nicht-Beispiel an (das gleiche wie in UP 4a).

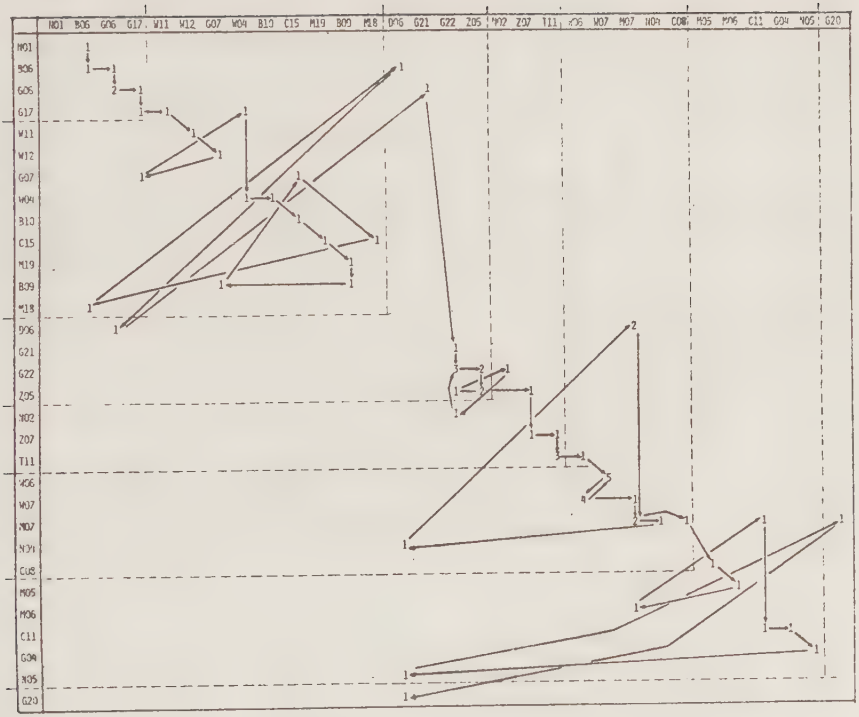


Abb. 20: Sequenzdarstellung zu UP 4a

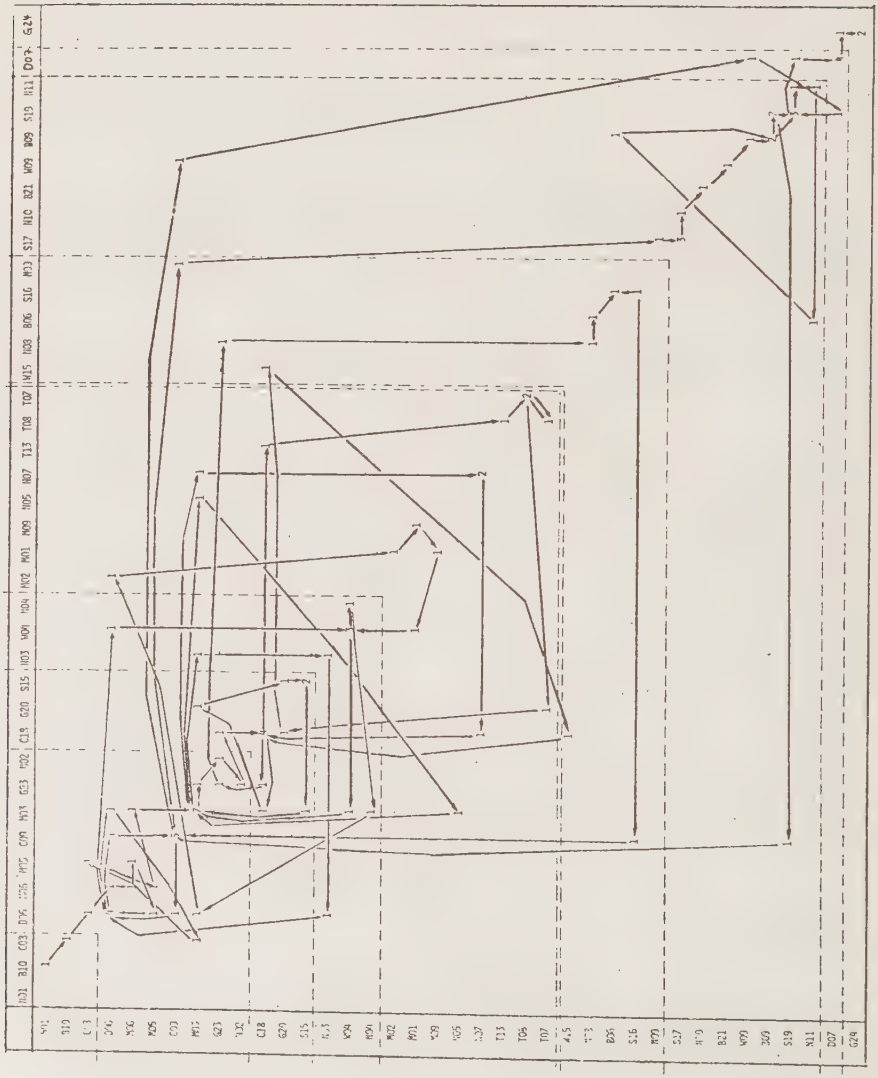


Abb. 24: Sequenzdarstellung zu UP 4b

Nach einer Reihe von Formulierungsversuchen, die meist nicht ganz exakt sind, "findet" ein Schüler eine Formulierung, die der gesuchten nahekommt, allerdings bezieht er die räumliche Lage ("die untere Halbgerade") mit ein, worauf der Lehrer auf die Beliebigkeit der Raumlage hinweist. Die genaue Formulierung nennt dann der Lehrer (D06).

Die Frage eines Schülers nach der "Bedeutung" von "Nebenwinkeln" wird vom Lehrer mit dem Hinweis auf ein späteres Unterrichtsthema ("Winkelmaße") beantwortet.

Die Formulierung des Definitionstextes soll nun von Schülern wiederholt werden (M02, M01, M09); dabei bezeichnet ein Schüler die Gerade als "gemeinsamen Schenkel" (der beiden Winkel), woraufhin der Lehrer erläutert, daß die Gerade aus zwei Halbgeraden besteht ("zusammengesetzt ist"), wobei ihm selbst eine fehlerhafte Darstellung unterläuft (er bezeichnet das "Zusammensetzen" bzw. "Zusammengesetztsein" als "Vereinigung im mengentheoretischen Sinn").

Auf die Frage eines Schülers hin, der die Formulierung des zuletzt erarbeiteten Merkmals im Definitionstext anscheinend nicht verstanden hat, erläutert Lehrer A nochmals die einzelnen Merkmale des Begriffs "Nebenwinkel" (T13, T08, T07, B06, S16).

Aus dieser Darstellung - wobei eine kurze Diskussion mit dem Schüler stattfindet, der die Frage gestellt hat - versucht Lehrer A nun überzuleiten zum Begriff "gestreckter Winkel" (er stellt dabei jedoch zunächst eine sachlich falsch formulierte Frage und bezeichnet kurz darauf - ebenfalls fehlerhaft - die Gerade als den "gestreckten Winkel").

Der Begriff "gestreckter Winkel" (B21) wird dann durch die Operation der Vereinigung der beiden Nebenwinkel (S17) eingeführt (W09, S19) und es wird ein Definitionstext formuliert (D07). Schließlich wird festgestellt, daß die Winkel alle in der Ebene liegen (G24).

Während die Sequenzdarstellung von UP 4a (Abb. 20) relativ wenig "Schleifen" und auch wenig ausgeprägte "Zirkel" (außer vielleicht bei der Nennung der beiden ersten relevanten Merkmale des Begriffs: W06, W07), aufweist, scheint es für UP 4b (Abb. 21) - zumindest in der ersten Hälfte des Unterrichtsprotokolls - geradezu charakteristisch zu sein, daß immer wieder auf bereits genannte Bedeutungseinheiten "zurückgegriffen" wird, wobei allerdings wiederum selten längere Zeit hintereinander die gleiche Bedeutungseinheit besprochen wird (Ausnahme: M03, das gesuchte dritte Merkmal; "Zirkel" allerdings auch hier nicht sehr ausgeprägt).

Verknüpftheit innerhalb beider Unterrichtsprotokolle ist anscheinend vor allem dadurch gegeben, daß sich die einzelnen Aussagen zum großen Teil auf die (an der Tafel) ständig präsente Repräsentation eines Beispiels des Begriffs "Nebenwinkel" beziehen.

Die Vernetzung der einzelnen Begriffe scheint dagegen nicht durchgängig lehrinhaltskonform (vgl. auch die Netzwerkdarstellung zum Lehrinhalt "Nebenwinkel", Abb. 22 ,S. 241):

Die Betonung der Relation "nebeneinander" und ihre Verknüpfung mit der Bezeichnung "Nebenwinkel" ist geeignet, bei den Schülern eine Begriffsstruktur zu erzeugen, die mit den Intentionen des Lehrstoffs nicht übereinstimmt, da gerade dieses irrelevante Merkmal an dem einzigen dargebotenen Nicht-Beispiel nur schwer erkannt werden kann und auch verbal anscheinend an keiner Stelle auf die "Irrelevanz" dieses Merkmals eingegangen wird. Der Definitionstext enthält zwar eine vollständige Aufzählung der relevanten Merkmale, wobei sich allerdings die Frage stellt, ob die Schüler diese Definition - aufgrund der Art ihrer Erarbeitung anhand eines Beispiels - tatsächlich als Definition oder etwa eher als eine Art "Beschreibung" eines Beispiels auffassen.

Im Zusammenhang mit der Einführung des Begriffs "gestreckter Winkel" unterlaufen Lehrer A zwei Formulierungsfehler: Zum einen bezeichnet er einmal die Gerade als einen (gestreckten) Winkel; zum anderen nennt er eine Gerade den Schenkel eines (gestreckten) Winkels.

- UP 5 (Lehrer B)

  Lehrer B zeichnet zu Beginn je ein Nicht-Beispiel und ein Beispiel des Begriffs "Nebenwinkel(paar)" (beide als "Winkelpärchen" bezeichnet) und fordert auf, Merkmale zu nennen, in denen sich beide unterscheiden (C07, B09, C15).

  Zunächst nennen die Schüler eine Reihe irrelevanter Merkmale (M19), die vom Lehrer "ausgeklammert" werden ("richtig, aber nicht was ich wollte"); über das Merkmal "ungleiche Anzahl Halbgeraden" (T15) und einen vom Lehrer gegebenen Hinweis auf eine analoge Formulierung in der Alltagssprache werden die Merkmale "gemeinsame Halbgerade (Schenkel)" (M17, W07, M06) und (kurz danach) "gemeinsamer Scheitel" (M16, M05) formuliert.

  Nach der Aufforderung des Lehrers ein "drittes und letztes" Merkmal (M18) zu identifizieren, veranlaßt die Nennung eines irrelevanten Merkmals ("Größe eines Winkels") den Lehrer, das Beispiel entsprechend zu variieren. Die Schüler nennen noch

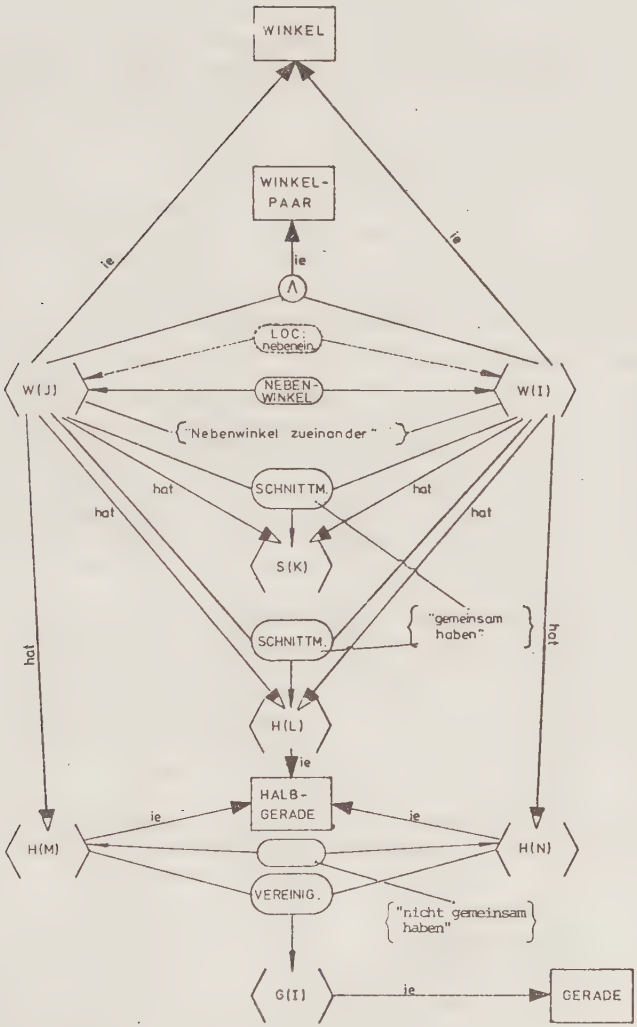


Abb. 22: Netzwerkdarstellung der Aussage:
"Zwei Winkel (ein Winkelpaar) heißen "Nebenwinkel (zueinander)", wenn sie einen Schenkel (Halbgerade) und den Scheitelpunkt gemeinsam haben und wenn die Vereinigung der beiden nicht-gemeinsamen Schenkel eine Gerade bildet."

weitere irrelevante Merkmale (z.B. Lage von Symbol-Bezeichnungen) und sprechen dann das gesuchte Merkmal an, allerdings zunächst ungenau (G20, C11). Nachdem das Merkmal korrekt formuliert ist, werden die Schüler aufgefordert, eine Bezeichnung zu finden für Winkelpaare, die die erarbeiteten Merkmale aufweisen; der Lehrer verweist dabei auf das "nebeneinander" und weist hin auf die Analogie "nebeneinander sitzen" - "Nebenmann", worauf die Bezeichnung "Nebenwinkel" gefunden wird (W04); die vollständige Definition wird an der Tafel fixiert. Daraufhin werden die drei Merkmale rekapituliert (M02, M11, C08).

In der Folge zeichnet der Lehrer eine Reihe von Winkelpaaren an die Tafel, wobei die Schüler aufgefordert sind, jeweils zu bestimmen, ob es sich um ein Beispiel oder ein Nicht-Beispiel des Begriffs "Nebenwinkel" handelt und diese Entscheidung zu begründen; es wird mehrfach betont, daß alle drei Merkmale vorhanden sein müssen (L01, L07, L06, L05).

Anschließend zeichnet Lehrer B drei sich schneidende Geraden an die Tafel (B06, A08) und fordert auf, Nebenwinkel (paare) in dieser Zeichnung zu identifizieren (B10, B11); bei der Bearbeitung dieser Aufgabe (an der Tafel) markiert ein Schüler die Ausdehnung eines Winkels fehlerhaft, woraufhin die Definition des Begriffs "Winkel" wiederholt wird (D05). Anschließend werden die Ausdehnung einander überlagernder Winkel (M24) und die entsprechenden Mengenrelationen (S07, S23) diskutiert; dabei wird der Begriff "Dreieck" (eher beiläufig) als Schnittmenge zweier Winkel bezeichnet (S20, W10, C13).

An einem einzelnen Nebenwinkelpaar wird nun der Begriff "gestreckter Winkel" eingeführt (B21, W09) und die Nebenwinkelrelation wird besonders hervorgehoben (W05).

Der Lehrer zeichnet dann ein Gebilde aus mehreren sich schneidenden Geraden an die Tafel, an dem die Schüler wiederum Beispiele für "Nebenwinkel" identifizieren, z.T. werden dabei Fehler gemacht, die vom Lehrer oder anderen Schülern jeweils korrigiert werden (C16).

Gegen Ende der Unterrichtsstunde werden die Schüler aufgefordert den Tafelanschrieb (Definitionstext - D06) und die Tafelbilder in ihre Hefte abzuschreiben bzw. zu zeichnen.

Die Sequenzdarstellung (Abb. 23) zeigt für den Beginn der Unterrichtsstunde einen eher "treppenförmigen" Verlauf mit einem ausgeprägten "Zirkel" (M19) -, der dadurch zustande kommt, daß hintereinander eine Reihe irrelevanter Merkmale genannt werden - und einigen "Schleifen" bis etwa zur Einführung der Bezeichnung "Nebenwinkel" (C08); danach dominiert eher ein Verlauf, bei dem immer wieder auf bereits zuvor eingeführte Bedeutungen zurückgegriffen wird; ein großer Teil dieser "Schleifen" ist allerdings allein durch die häufige Nennung der Begriffe "Winkel" (B09),

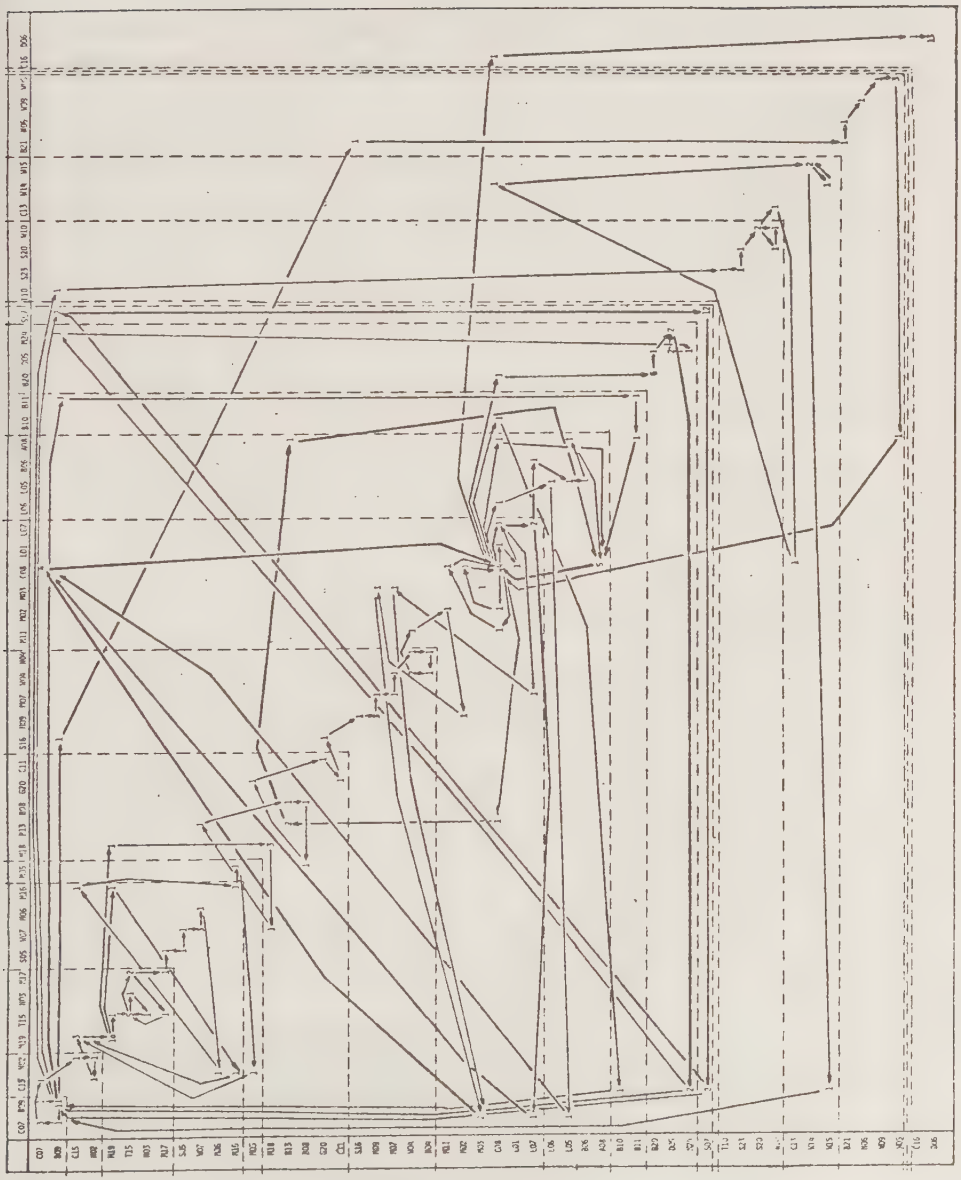


Abb. 23: Sequenzdarstellung zu UP 5

"Winkelpaar" (C07) und "Nebenwinkel" (C08) bedingt.

Dabei scheint dem Begriff "Winkelpaar" (dessen Bezeichnung im curricular vorgegebenen Lehrtext ursprünglich nicht vorgegeben war und auch nur von Lehrer B verwendet wird) eine wichtige Verknüpfungsfunktion zuzukommen.

Der Aufbau der begrifflichen Struktur dieses Lehrinhalts (Vernetzung) entspricht in diesem Unterricht sonst weitgehend dem vorgegebenen Lehrinhalt, obwohl auch hier die Einführung der Bezeichnung "Nebenwinkel" ausdrücklich mit dem (irrelevanten) Merkmal "nebeneinander" verknüpft wird. Dies schlägt sich dann auch offensichtlich in der "Wissensstruktur" einiger Schüler nieder, denn bei den Aufgaben zur Identifikation von Beispielen bzw. Nicht-Beispielen wird ein Nicht-Beispiel mit der Begründung "denn sie (die Winkel) liegen nebeneinander" für ein Beispiel gehalten.

Bei eben diesen Begriffsidentifikationsaufgaben kann Lehrer B allerdings gerade diese Fehler mehrmals korrigieren und damit möglicherweise die fehlerhafte "Vernetzung" aufheben.

- UP 6 (Lehrer B)

  (Das Unterrichtsprotokoll beginnt nach der Besprechung von Hausaufgaben.)

  Zu Beginn zeichnet der Lehrer zwei "Winkelpaare" (A07, C07, C15) - beides Nicht-Beispiele für "Nebenwinkel" - und läßt die Schüler Unterschiede nennen; nach einigen ungenauen Formulierungen der Schüler und Hinweisen auf analoge Relationen ("etwas gemeinsam besitzen") seitens des Lehrers wird zunächst das Merkmal "gemeinsamer Schenkel" (M17, W07) und - nach einigen irrelevanten Merkmalen (M19) - dann das Merkmal "gemeinsamer Scheitel" (M16, W06, M05; nach Darbietung eines weiteren Nicht-Beispiels mit ausschließlich diesem relevanten Merkmal) identifiziert.

  Der Lehrer erklärt nun, daß dieser Unterricht sich auf Winkelpaare beziehe, die diese beiden Merkmale aufwiesen; er zeichnet darauf fünf solcher Winkelpaare an (C17; insgesamt drei Nicht-Beispiele und zwei Beispiele) und fordert auf, diese zu gruppieren (Z01).

  Von den Schülern werden mindestens zwei Vorschläge gemacht, wobei Lehrer B allerdings nur auf einen (der Beispiele und Nicht-Beispiele voneinander trennt) eingeht und nach einer Begründung für diese Gruppierung fragt. Neben irrelevanten Merkmalen (M15) wird auch das gesuchte Merkmal - allerdings ungenau formuliert - genannt (M14). Die Schüler werden daraufhin aufgefordert, einen (Definitions-)Text zu formulieren, der die wesentlichen Merkmale der beiden Winkelpaare (Positiv-Beispiele) beschreibt (M25); die Formulierung der beiden anfangs genannten Merkmale schreibt der Lehrer an die Tafel (M12, M13). Aus mehreren Versuchen, das dritte

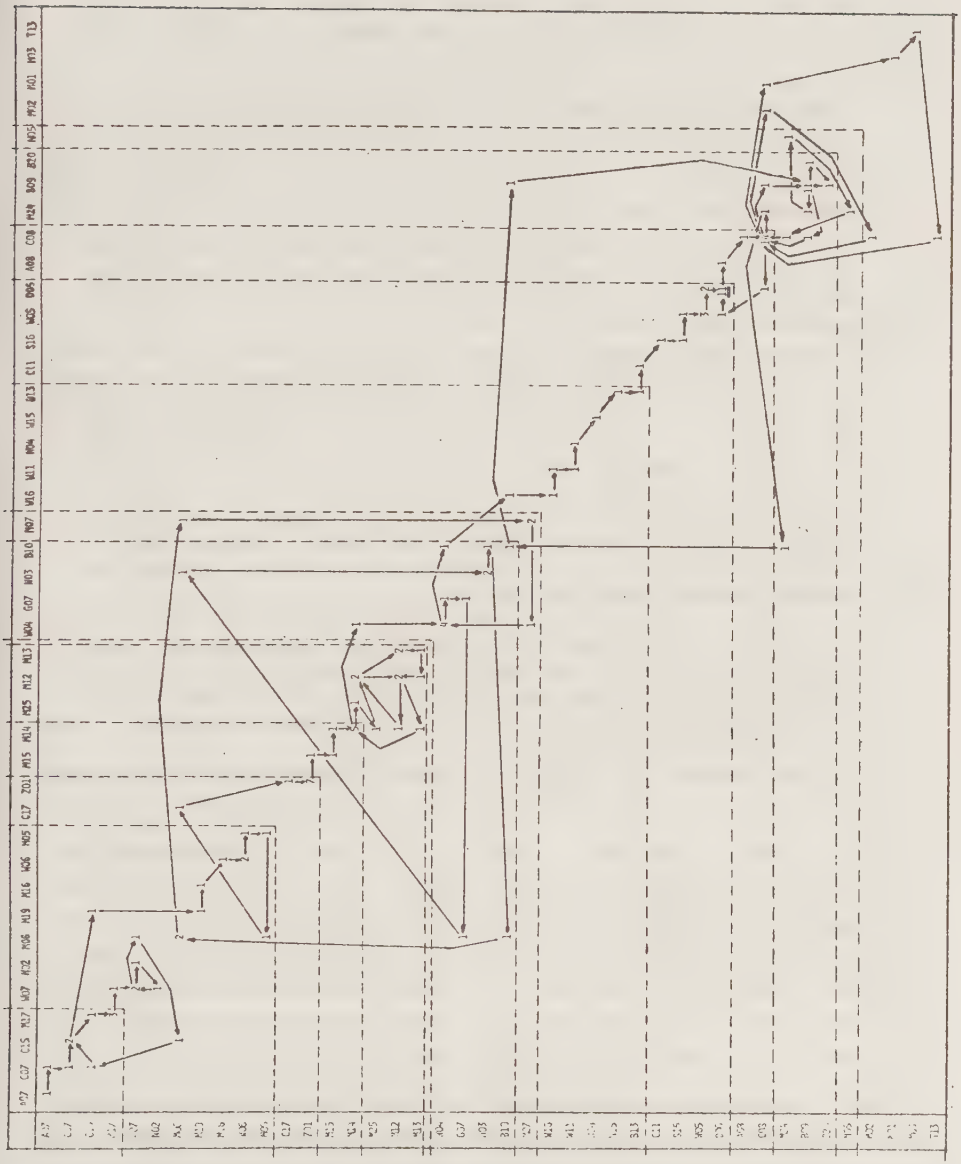


Abb. 24: Sequenzdarstellung zu UP 6

Merkmal zu formulieren, greift der Lehrer schließlich eine richtige Formulierung heraus und ergänzt den Text an der Tafel.

Zum "Finden" der Bezeichnung "Nebenwinkel" wird die analoge Relation "nebeneinander - Nebenmann" demonstriert (W04) und der Definitionstext an der Tafel entsprechend ergänzt (D06).

Anschließend zeichnet der Lehrer ein Positiv-Beispiel für "Nebenwinkel" und rekapituliert dabei die (Symbol-)Bezeichnungen für Winkel und ihre Teile (W16, W11, W15). An den (Positiv-)Beispielen des Begriffs wird dann die Relation der beiden (nicht gemeinsamen) Halbgeraden (Schenkel) erläutert (B13, C11, S16) und die Nebenwinkelrelation hervorgehoben (C08, W05).

Nach einer Wiederholung der gesamten Definition des Begriffs "Nebenwinkel" zeichnet Lehrer B ein Gebilde aus mehreren sich schneidenden Geraden (A08) an die Tafel und fordert die Schüler auf, Beispiele für Nebenwinkel(paare) zu identifizieren, was - nach mehreren, jeweils korrigierten Fehlversuchen - auch gelingt.

Bei der Aufgabe, die Ausdehnung eines Winkels zu markieren, zeigt ein Schüler zunächst eine begrenzte Fläche, wonach vom Lehrer erläutert wird, daß Winkel nicht durch schneidende Geraden bzw. andere (überlagernde) Winkel begrenzt werden (B09, B20, M24).

Anschließend läßt Lehrer B weitere Beispiele identifizieren, wobei die Schüler teilweise auch Fehler machen, die dann jeweils korrigiert werden. Die Identifikation eines Beispiels wird anhand der einzelnen Merkmale jeweils begründet (M01, M02, M03, T13); schließlich zeigt der Lehrer selbst noch einige Beispiele.

Gegen Ende der Unterrichtsstunde schreiben bzw. zeichnen die Schüler Texte (Definition) und Tafelbilder ab.

Die Sequenzdarstellung von UP 6 (s. Abb. 24) zeigt insgesamt einen fast durchgehend "treppenförmigen" Verlauf mit einigen (vergleichsweise wenigen) "Schleifen", die zum großen Teil durch die immer wieder angesprochenen Merkmale des Begriffs bedingt sind. "Zirkel" ergeben sich lediglich bei der Identifikation von Beispielen (C08) und dem Begriff "Winkel" (B09; insbesondere durch die Erläuterung der "Ausdehnung" eines Winkels).

Ähnlich wie in UP 5 wird auch in diesem Unterricht die Bezeichnung "Nebenwinkel" mit dem Merkmal "nebeneinander" verknüpft, wobei allerdings hier später keine Nicht-Beispiele mehr dargeboten werden, bei deren (Fehl-)Identifikation hätte korrigiert werden können.

Beim Aufbau des (hypothetischen) Netzwerks der Begriffsstruktur versucht Lehrer B eine Art "Differenzierungsstrategie", indem er zunächst Winkelpaare vorgibt, die aufgrund zweier Merkmale unterschieden werden; die Menge der Winkelpaare mit diesen beiden Merkmalen wird dann nochmals differenziert in solche, die ein drittes Merkmal gemeinsam haben und solche, bei denen dies nicht der Fall ist.

Insgesamt werden sonst alle wesentlichen Begriffe, wie sie im Lehrtext (Tab. 14 ; graphische Repräsentation s. Abb. 22) vorgesehen sind, eingeführt bzw. genannt und lehrinhaltskonform verknüpft.

- UP 7 (Lehrer C)

  (Teilprotokoll; beginnt 17 Minuten nach Beginn der Unterrichtsstunde, zuvor Besprechung von Hausaufgaben.)

  Lehrer C konstruiert ein (Positiv-)Beispiel des Begriffs "Nebenwinkel" (B06, G21, B14) und läßt die Schüler die Anzahl der entstandenen Winkel nennen und diese zeigen, die er daraufhin mit den entsprechenden (Symbol-)Benennungen kennzeichnet (W15, G02, B11, W11).

  Er fragt dann nach einer Bezeichnung für Winkel Beta, "da er ganz dicht neben dem Winkel Alpha liegt" (G07) und "zusammen mit dem Winkel Alpha eine Halbebene erzeugt" (G25).

  Nachdem die Schüler "Nebenwinkel" als Bezeichnung genannt haben (W05) teilt Lehrer C Arbeitsblätter aus mit dem Text der Definition für "Nebenwinkel" und "gestreckter Winkel" und läßt diesen Text vorlesen (D07); anschließend erläutert er den Begriff "gestreckter Winkel" an einem Beispiel (C14, B21).

  Danach zeichnet Lehrer C nacheinander drei verschiedene Nicht-Beispiele für "Nebenwinkel" an und läßt jeweils bestimmen, ob es sich um ein Beispiel handelt oder nicht und diese Entscheidung in jedem Fall anhand der drei Merkmale - z.T. unter Zuhilfenahme des Textes - überprüfen (C08, L04, M05, M06, L07, M01, M09, M02, M03, L06), wobei die Schüler die Merkmale meist zeigen.

  (Danach beginnt Lehrer C mit der Einführung des Begriffs "Kreis".)

Der Verlauf des Unterrichts zeigt in der Sequenzdarstellung (s. Abb. 25) anfangs eine "lineare" bis "treppenförmige" Form; einige "Schleifen" und "Zirkel" entsprechen zunächst der Darbietung des Definitionstextes (D07) und der häufigen Verwendung des Begriffs "Nebenwinkel" (C08), im weiteren Verlauf sind sie auf die wiederholte Nennung der einzelnen Merkmale des Begriffs bei der wiederholten Identifikation von (Nicht-)Beispielen zurückzuführen.

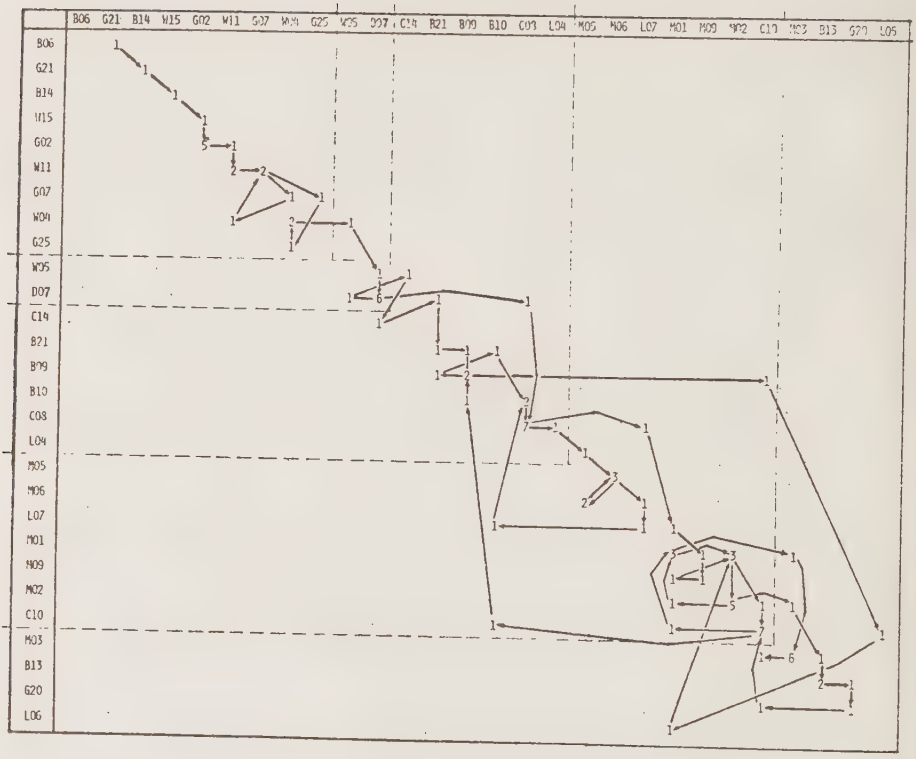


Abb. 25: Sequenzdarstellung zu UP 7

Auch Lehrer C verknüpft die Bezeichnung "Nebenwinkel" ausdrücklich mit dem Merkmal "nebeneinander", was vermutlich der Grund dafür ist, daß später ein Schüler die - richtige - Identifikation eines Nicht-Beispiels damit begründet, daß die beiden Winkel "nicht dicht nebeneinanderliegen". Andererseits läßt Lehrer C in diesem Unterricht die Anwendung der Definition - quasi als Identifizierungsalgorithmus - mehrmals üben, wobei er allerdings in einem Fall die Entscheidung "Nicht-Beispiel" erst dann akzeptiert, nachdem der Schüler alle drei Merkmale überprüft hat, obwohl bei der vorliegenden konjunktiven Merkmalverknüpfung bereits das Fehlen des ersten Merkmals für die Entscheidung genügt hätte.

Der dargebotene Lehrtext entspricht exakt dem curricular vorgegebenen, ist also per definitionem "lehrinhaltskonform".

6.1.8 Diskussion der Maße und Darstellungsweisen der"Darbietung des Lehrinhalts"

6.1.8.1 Umfang des Lehrinhalts

Das in Anlehnung an den TYPE-TOKEN-Quotienten von KLAUER (s. 5.3.6.3, S. 172) vorgeschlagene "Verfilzungsmaß" läßt sich anscheinend auch als Maß für den Umfang bzw. die "Verfilzung" von Lehrinhalten bei der Analyse von Unterricht verwenden, indem statt Wörter bzw. Symbolen die Lehrinhalts-Kategorien eingesetzt werden.

(Forschungs)praktische Bedeutung käme einem solchen Maß für den Umfang des Lehrinhalts dann zu, wenn - aufgrund von Korrelationsstudien - gezeigt werden könnte, daß die Werte dieses Maßes mit der Unterrichtseffektivität in irgendeiner Weise (und nicht notwendig linear) korrelieren.

Ein bestimmter hoher "Verfilzungswert" kann bei der Unterrichtsanalyse jedoch auf zweierlei Weise zustande kommen:

a) durch eine besondere Häufung des Vorkommens ein und derselben Kategorie (oder einiger weniger) und
b) dadurch, daß viele oder - im Extremfall - alle Kategorien mehrmals vorkommen.

Es könnte sich daher - nach weiteren Erfahrungen mit entsprechenden Messungen - als wünschenswert erweisen, differenziertere Maße für den "Umfang" der im Unterricht tatsächlich angebotenen Lehrinhalte zu entwickeln.

Wie bereits in Abschnitt 5.3.6.5 (s. S. 181, Fußnote) angedeutet wurde, wird eine Möglichkeit dazu in der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Form der Sequenzdarstellung gesehen.

6.1.8.2 Sequenzdarstellung

Die hier verwendete Form der Sequenzdarstellung erlaubt eine Wiedergabe der Abfolge der einzelnen Lehrinhalts-Kategorien innerhalb eines analysierten Unterrichts, wobei sich einige formale Verlaufsmerkmale ("linearer" oder "treppenförmiger" Verlauf, "Schleifen" oder "Zirkel") unterscheiden lassen, die jeweils inhaltlich interpretiert werden können. Die Sequenzdarstellung dient damit hauptsächlich als Hilfsmittel für die Rekonstruktion der Sequentierung, Verknüpfung und Vernetzung der Lehrinhaltseinheiten.

Insgesamt handelt es sich um eine rein beschreibende Darstellung, die gewählt wurde, weil "reduktive" Formen der Sequenzdarstellung (sequenzstatistische Verfahren) regelmäßig Modellannahmen implizieren, die eine Anwendung auf Unterrichtsprozesse nicht zulassen (vgl. auch BACHMAIR 1977).

Als nachteilig kann das etwas "unhandliche" Format der Matrizen betrachtet werden, welches es nicht mehr zuläßt, etwa die Zeilen der Matrix mit einer ausführlicheren Kennzeichnung zu versehen, aus der sich die Bedeutung der jeweiligen Kategorien ersehen ließe, was die Interpretation erheblich erleichtern würde; möglicherweise wird sich dieses Problem aber noch (technisch) lösen lassen.

Problematischer ist allerdings die Tatsache, daß die in dieser Arbeit verwendete Darstellungsform es nicht gestattet, zu unterscheiden, ob eine bestimmte Lehrinhalts-Kategorie eine Frage nach einer Bedeutungseinheit abbildet oder die Darbietung derselben; auch Negationen von Bedeutungseinheiten werden lediglich durch die einfache Lehrinhalts-Kategorie repräsentiert, obwohl bei der Ko-

dierung diese Unterscheidungen durchaus berücksichtigt wurden (s. 5.3.4.4, S. 160 ; "Vorzeichen").

Der Grund für die Inkaufnahme dieses Informationsverlustes liegt wiederum im Format der einzelnen Matrizen, welches noch größer würde.

> Eine zum Teil beträchtliche Vergrößerung des Formats kam bereits dadurch zustande, daß "nicht kodierbar" bei der Sequenzdarstellung nicht als eine Kategorie gewertet wird, sondern bei jedem Auftreten fortlaufend numeriert wird (NO1, NO2, NO3, ...), da sich anderenfalls derart viele "Schleifen" ergäben, daß die Verlaufsdarstellung insgesamt kaum noch interpretierbar wäre.

Bei einer eventuellen Weiterentwicklung dieser Form der Sequenzdarstellung wird zu prüfen sein, welche Möglichkeiten noch ausgeschöpft werden können, um die Darstellung insgesamt leichter dekodierbar zu gestalten.

6.1.8.3 " Unterrichtstempo "

Die Auswertung der Unterrichtsprotokolle zum Lehrinhalt "Winkel" (UP 1, UP 2 und UP 3) hinsichtlich der Variablen "Unterrichtstempo" deutete zunächst darauf hin, daß diese Maße (u(sec); U) durchaus valide seien, zumal die entsprechenden Verlaufskurven recht plausible Schwankungen zeigten (s. 6.1.7.3).

Die befürchtete Schwäche in der Definition der Maße (s. 5.3.6.4, S. 173) zeigte sich jedoch bei den Unterrichtsprotokollen zum Lehrinhalt "Nebenwinkel" (s. 6.1.7.3), bei denen in sehr viel stärkerem Umfang Lehrinhaltseinheiten auftreten, die den Schülern aus vorangegangenen Unterrichtsstunden bereits vertraut sein mußten, was jedoch nicht berücksichtigt werden konnte. Dies hatte eine Nivellierung der Werte zur Folge, die eine Interpretation der Verlaufskurven bzw. der Mittelwerte (und Standardabweichungen) nicht gestatteten.

Wenn man eine operational definierte Variable des Unterrichtsverlaufs, die Merkmale von Lehrinhalten und die für ihre Vermittlung jeweils aufgewendete Zeit quantitativ erfaßt und zueinander in Beziehung setzt, weiterhin für wünschenswert hält - was im

Hinblick auf kognitionspsychologische (s. 3.4.1, S. 92) wie auch auf unterrichtswissenschaftliche (vgl. CARROLL 1973; HARNISCH-FEGER & WILEY 1977) Theorieansätze unterstellt werden kann -, so ergeben sich folgende Konsequenzen:

a) Die Variable "Unterrichtstempo" läßt sich in der in Kapitel 5.3.1.7.3 definierten Weise nur dann verwenden, wenn in dem zu analysierenden Unterricht hauptsächlich neue Lehrinhalte eingeführt werden, zu deren Vermittlung nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß auf bereits vertraute Bedeutungseinheiten zurückgegriffen werden muß.

b) In allen anderen Fällen ist eine Änderung der operationalen Definition erforderlich, die eine gleich hohe Gewichtung neuer, unvertrauter Bedeutungseinheiten einerseits und bereits bekannter Einheiten ausschließt. Da die mutmaßliche (Un)Vertrautheit von Lehrinhaltseinheiten aber nur für jede Kategorie einzeln bestimmt werden kann, wird die Möglichkeit zu prüfen sein, einen (eventuell zusätzlichen) Gewichtsfaktor bei der Berechnung einzuführen, dessen Wert auf einer Einschätzung der Vertrautheit basiert (sei es durch den jeweiligen Lehrer oder andere Experten oder durch den Unterrichtsforscher auf der Grundlage eines vorliegenden Curriculum).

6.1.8.4 "Verknüpftheit"

Bei den vorliegenden Auswertungen der Unterrichtsprotokolle wurde auf eine quantitative Auswertung der Variable "Verknüpftheit" anhand des vorgeschlagenen Maßes (s. 5.3.6.6, 6.1.7.4) verzichtet.

Grund dafür war - nach einigen versuchsweisen Ansätzen - die Einsicht, daß so etwas wie "Verknüpftheit" der Bedeutungseinheiten sensu KINTSCH (1976) im Falle einer interaktiven, (potentiell) "mehrkanaligen" Kommunikation nicht alleine durch identische Argumente in der verbalen Informationsvermittlung gewährleistet sein kann, sondern z.B. auch durch parallel dargebotene visuelle Darstellungen, auf die sich die einzelnen Aussagen (bzw. "Propositionen") beziehen.

Da dies in allen analysierten Unterrichtsstunden der Fall war (s. 6. 1. 2), hätten sich bei einer quantitativen Bestimmung der "Verknüpftheit" im vorgeschlagenen Sinn Werte ergeben, für die ein Anspruch auf wenigstens logische Validität nicht mehr überzeugend hätte geltend gemacht werden können.

Das vorgeschlagene Maß ("C") scheint dennoch nicht überflüssig: Es wird zu prüfen sein, inwieweit es geeignet ist,bei "einkanalig" und "einseitig" (d.h. nicht interaktiv) dargebotenen Texten (z.B. Vorlesungen, Texte zum Selbstlernen, Lehrbüchern) das Ausmaß an Verknüpftheit im Sinne KINTSCHs quantitativ zu erfassen, um darauf aufbauend spezifische Hypothesen hinsichtlich der Reproduktionsleistungen von Rezipienten begründen zu können.

6.1.8.5 "Lehrinhaltskonforme Vernetzung"

Für die Darstellung der Variablen "lehrinhaltskonforme Vernetzung" wurde von einer speziellen Darstellungsform abgesehen.

> Möglich gewesen wäre etwa eine Gegenüberstellung der Netzwerk-Repräsentation des Lehrinhalts einerseits und der gleichartigen Repräsentation der tatsächlich übermittelten Bedeutungen. Eine derartige Gegenüberstellung hätte jedoch ohnehin verbaler Erläuterungen bedurft.

So wurde jeweils anhand der Netzwerk-Darstellungen der entsprechenden Lehrinhaltsstrukturen überprüft, ob in dem analysierten Unterricht alle Begriffe und Relationen zwischen den Begriffen korrekt durch die kodierten Bedeutungseinheiten repräsentiert waren, bzw. wo Fehler oder Lücken hervortraten; diese wurden gegebenenfalls berichtet und diskutiert (s. 6.1.7.4).

Es sollte jedoch zukünftig versucht werden, die Erfassung dieser Variable zu systematisieren und eine übersichtliche, möglichst symbolische (graphische oder numerische) Form der Darstellung zu finden.

6.1.9 Ergebnisse lehrzielorientierter Tests von Schülern, deren Unterricht analysiert wurde

Wie bereits an anderer Stelle kurz berichtet (s. 2.2.5, S. 51f; 4.4, S. 130) wurden den Schülern, deren Unterricht aufgezeichnet worden war, mehrere lehrzielorientierte Tests zu den Lehrinhalten "Winkel" und "Nebenwinkel" vorgelegt.

Diese Tests waren darauf angelegt, speziell die Fehler von Schülern bei der Identifikation von Beispielen bzw. Nicht-Beispielen bestimmter Begriffe zu erfassen, um so Rückschlüsse auf das "Wissen" der Schüler hinsichtlich der begrifflichen Strukturen zu ermöglichen.

Einen ausführlichen Bericht über die Entwicklung und Auswertung dieser (informellen) Tests als "Fehleranalyseinstrument" hat LOHRIG (1977) vorgelegt.

In Tabelle 17 werden lediglich die Rang-Daten für die einzelnen Schulklassen (bzw. Lehrer) mitgeteilt, da die absoluten oder relativen Fehlerzahlen hier ohnehin wenig Aussagekraft besäßen.

Tab. 17 a: Fehlerhäufigkeiten bei informellen Tests zum Lehrinhalt "Winkel" (vgl. LOHRIG 1977, S. 111, 145, 154)
Ranginformation: relativ wenig Fehler: "1"
relativ viele Fehler: "3"

Lehrer	Klasse	Identifikation von Beispielen und Nicht-Beispielen	Identifikation einiger Beispiele und Nicht-Beispiele und verbale Begründung
A	6/4(UP1)	3	3
B	6/5(UP2)	1	1
C	6/8(UP3)	2	2

(Testdurchführung etwa 7 bis 8 Wochen nach den analysierten Unterrichtsstunden.)

Tab. 17b: Fehlerhäufigkeiten bei informellen Tests zum Lehrinhalt "Nebenwinkel" (vgl. LOHRIG 1977, S. 112, 145, 154)
Ranginformationen: relativ wenig Fehler: "1"
relativ viele Fehler: "2"

Lehrer	Klasse	Identifikation von Beispielen und Nicht-Beispielen	Identifikation einiger Beispielen und Nicht-Beispiele und verbale Begründung
A	6/4(UP4)	2	2
B	6/5(UP6)	1	1
C	6/8(UP7)	1	1

(Testdurchführung etwa 7 bis 8 Wochen nach dem analysierten Unterrichtsstunden.)

Die Rangunterschiede entsprechen dabei signifikanten Unterschieden (DUNCAN-Test; vgl. LOHRIG 1977, S. 145) zwischen den Klassen. Für die Klasse 6/2 (Unterrichtsprotokoll UP 5) liegen keine hierzu vergleichbaren Daten vor.

Bei beiden Lehrinhalten ergeben sich die Unterschiede in den Fehlerhäufigkeiten hauptsächlich aus unterschiedlichen Häufigkeiten der Beta-Fehler (Nicht-Beispiele werden für Beispiele gehalten), während die Klassen sich hinsichtlich der Alpha-Fehler (Beispiele gelten als Nicht-Beispiele) kaum unterscheiden.

Andere Fehlerspezifikationen (vgl. LOHRIG 1977, S. 108, 137ff) ergeben prinzipiell etwa die gleichen Unterschiede zwischen den Klassen wie bei den Beta-Fehlern.

Ein systematischer Einfluß der Variablen "Intelligenz" auf die Fehlerhäufigkeiten konnte nicht festgestellt werden (LOHRIG 1977, S. 103f, 109f).

Es scheint nun allerdings nicht zulässig, aus eventuell bestehenden statistischen Zusammenhängen zwischen diesen Testdaten und den Daten der hier vorgenommenen Unterrichtsanalysen Schlüsse über die Effektivität bestimmter Variablen abzuleiten, da neben dem hier analysierten Unterricht jeweils noch eine Reihe weiterer Unterrichtsstunden zu den Lehrinhalten "Winkel" und "Nebenwinkel"

stattfanden, die nicht systematisch kontrolliert wurden[67].

Es sollte jedoch erlaubt sein, die Test-Ergebnisse zur Begründung oder Stützung von Hypothesen heranzuziehen.

67) Generell wurden in diesen Stunden zwar weitgehend die gleichen Übungsaufgaben behandelt; dabei wurde allerdings z.T. auch wiederholt und erläutert.

6.2 Bedingungen des Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen

6.2.1 Vorgaben für ein (fiktives) Modell von Lehr–Lern-Situationen

Der vorliegenden Studie liegt mehr oder weniger implizit eine Sichtweise zugrunde, die unterrichtliche Lehr-Lern-Situationen als Prozesse der Obermittlung und -verarbeitung von Informationen betrachtet, wobei - allgemein - gefragt wird, welche Bedingungen der Informationsübermittlung Einfluß haben auf das Erreichen bestimmter Verarbeitungszustände bei den Schülern.

Um derartige komplexe Prozesse zu analysieren, kann es sich als heuristisch nützlich erweisen, eine Fragehaltung einzunehmen, die sich - auf den vorliegenden Fall bezogen - wie folgt charakterisieren läßt:

> Wie müßte ein künstliches, dynamisches (informationsverarbeitendes) System beschaffen sein, welches in der Lage sein soll, Prozesse des Lehrens und Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen zu simulieren? D.h. ein System (Modell, welches bei Änderungen bestimmter (unabhängiger) Variablen Änderungen im Verlauf und/oder im Resultat (abhängige Variablen) zeigt, die den Wirkungen der Variation unabhängiger Variablen in der Realität möglichst nahekommen[68].
>
> Dabei wäre zu fordern, daß die Verarbeitungsmechanismen bis zu einem gewissen Grade auch strukturell als Modelle menschlicher Informationsverarbeitung plausibel sind[69].
>
> In der Struktur eines solchen Systems wären - analog zum lehrergesteuerten Unterricht - wenigstens zwei Arten von Teilsystemen (funktionale Einheiten) zu unterscheiden:

---

68) Zum Ansatz vgl. ASHBY 1974, S. 68f; FARNHAM-DIGGORY 1972, S. 93ff.

69) Bis zu einem bestimmten "Auflösungsgrad" wird also über ein "Verhaltensmodell" hinaus auch ein "Strukturmodell" gefordert (vgl. HARBORDT 1974, S. 58).

1. Ein Teilsystem L, welches zunächst die Aufgabe hat,

   - aufgrund eines gesetzten Ziels,
   - im Rahmen der (stets begrenzten) verfügbaren Zeit,
   - nach einem mehr oder weniger flexiblen Plan,

   Informationseinheiten (Lehrinhaltseinheiten) zu selegieren[70], zu sequentieren und an die übrigen Teilsysteme zu übermitteln, wobei die Art und Weise der Übermittlung variabel sein muß, und zwar jeweils analog

   a) zur Verwendung bzw. Darbietung unterschiedlicher Medien, Materialien und Objekte und
   b) zur unterschiedlichen sprachlichen, symbolischen oder imaginativen (bildlichen) Kodierung der Information.

2. Eine Menge K gleichartiger Teilsysteme S_i, welche zunächst so geartet sind, daß sie die von "L" übermittelten Informationen p r i n z i p i e l l aufnehmen und intern so verarbeiten können, daß diese auch noch nach längerer Zeit reproduziert und gegebenenfalls als Grundlage unterschiedlicher "Programme"[71] dienen können.

Diese Grundfunktionen der Teilsysteme sind jedoch offensichtlich nicht ausreichend, um Prozesse der Informationsübermittlung im lehrergesteuerten Unterricht abbilden zu können, wenn Unterricht als interaktiver Prozeß aufgefaßt wird.

Orientiert man sich bei der Modellierung an dem analysierten Unterricht, so wäre vorzusehen, daß "L" mit einer variablen stochastischen Regelmäßigkeit nach der Darbietung einer oder mehrerer Bedeutungseinheiten Fragen oder Aufforderungen unterschiedlicher Art an alle oder einzelne S_i richtet (s. 6.1.1), u.a.

- Fragen, die sich auf die Informationsstrukturen beziehen, über welche die Teilsysteme S_i bereits "im Ausgangszustand" (zu Beginn des simulierten Unterrichts) verfügen;

---

70) Zur "Selektionsfunktion" vgl. auch KÖNIG & RIEDEL 1973, S. 24ff.

71) Vgl. FARNHAM-DIGGORY 1972, Kap. 6: "Basic Human Programs".

Dies entspräche z.B. der Frage von Lehrer C zu Beginn von UP 3:

"... Winkel. - Habt Ihr das Wort schon gehört? ... Wer kann uns einmal sagen, was ein Winkel ist?"
(Vgl. UP 3, Zeitintervall 1/2).

- Fragen bzw. Aufforderungen zur Reproduktion kurz zuvor übermittelter Informationen; z.B.

Lehrer B: "Wiederholt noch einmal die drei Eigenschaften, die da sein müssen, wenn zwei Winkel Nebenwinkel sind?"
(UP 5, Zeitintervall 30).

- Fragen bzw. Aufforderungen zur Reproduktion bereits vor längerer Zeit dargebotener Informationseinheiten; z.B.

Lehrer A: "Wir haben uns vor einigen Wochen... schon einmal unterhalten über Ebene, Geraden ... Könnt Ihr Euch noch daran erinnern?
...
Nun fangen wir an mit "Ebene". Was verstehen wir unter einer "Ebene"?"
(UP 1, Zeitintervall 1).

- Fragen bzw. Aufforderungen, die eine elaborative bzw. operative Verarbeitung der dargebotenen Informationen erfordern ("Aufgaben"); z.B.

Lehrer B: "So. Zweimal ein Winkelpärchen gezeichnet. Jetzt müßt Ihr mal versuchen, Unterschiede zwischen den beiden festzustellen!"
(UP 5, Zeitintervall 8).

oder

Lehrer A: "Aber betrachten wir uns mal den Winkel Alpha und denken Beta weg. Alpha besteht aus ...?"
...
"Ja, wenn man das wegdenkt, ist es eine ...?"
(UP 4a, Zeitintervall 16).

- Aufforderungen zur Bewältigung von "Problemen"[72]; z.B.

Lehrer C: "Wer kann mir jetzt diese Punktmenge in zwei Teilmengen zerlegen, wobei die Teilmengen nicht gleich groß sind?"
(UP 3, Zeitintervall 32).

---

72) Zur Unterscheidung von "Aufgaben" und "Problemen" vgl. DÖRNER 1976, S. 10: "Aufgaben erfordern nur reproduktives Denken, beim Problemlösen aber muß etwas Neues geschaffen werden."

Es ist klar, daß diese Aufzählung verschiedener Fragen und Aufforderungen weder vollständig ist noch in jedem Fall eindeutige Zuordnungen erlaubt.

Eine Taxonomie von Lehrerfragen - und zwar nach Kriterien, die sich an den Prozessen orientieren, die der jeweiligen korrekten Beantwortung zugrundeliegen - ist noch ein noch ungelöstes Forschungsproblem, dem in jüngerer Zeit jedoch zunehmend Aufmerksamkeit gewidmet wird[73].

Die Modellelemente S_i müßten in der Lage sein, auf der Grundlage des jeweiligen Zustandes ihrer Informationsspeicherung und -verarbeitung "Antworten" zu generieren und an "L" zu übermitteln.

Die Verarbeitung dieser Informationen (Antworten von S_i) bei L wäre so zu konzipieren, daß die jeweilige Antwort hinsichtlich unterschiedlicher Merkmale (von Lautstärke, Wortwahl und Syntax bis zur "gemeinten Bedeutung") mit entsprechenden SOLL-Werten verglichen wird, woraufhin mit stochastischer Regelmäßigkeit eine Rückmeldung erfolgt, die über die Differenz zwischen IST- (Antwort von S_i) und SOLL-Wert (von L bereits zusammen mit der Fragestellung erzeugt, jedoch nicht übermittelt) informiert (s. 6.1.6).

Zur Bewertung von Antworten auf unterschiedlichen Ebenen:

- Lehrer B: "Lauter, etwas lauter!"
- Ders. : "Lauter reden! Man hört ja nichts!"
- Ders. : "Sags mal laut. Ein bißchen leise."

(UP 5, Zeitintervalle 26, 35, 48);

- Lehrer A: "Lassen wir mal das Wort "Strich" weg. Strich gibt es in der Mathematik nicht. Strich gibt es in der Umgangssprache. Aber es stimmt schon, es ist etwas richtiges dran ..."

(UP 1, Zeitintervall 8);

- Lehrer B: "Ja, Du meinst das Richtige!"
- Ders. : "So genau ist es nicht. Du meinst vielleicht das Richtige ..."

(UP 5, Zeitintervalle 13, 20);

- Lehrer B: "Nein, die ist nicht gemeinsam. Es sind zwei getrennte Halbgeraden! ..."

(UP 5, Zeitintervall 24).

Weichen die IST- und SOLL-Werte auf semantischem Niveau über ein bestimmtes Maß hinaus voneinander ab, so sollte dies zu Änderungen

73) Vgl. u.a. ANDERSON & BIDDLE 1977; Mc KEACHIE 1975, S. 118.

im "Plan" von L führen (können)[74].

Dies würde etwa der Wiederholung von Mengenoperationen, nachdem sich gezeigt hat, daß die Schüler diese nicht mehr korrekt verfügbar haben (UP 2, Zeitintervalle 27 - 30) oder der Rekapitulation des Begriffs "Winkel" bei der Einführung des Begriffs "Nebenwinkel" (UP 5, Zeitintervalle 44, 45) entsprechen.

Eine derartige Bewertung und Rückmeldung sollte allerdings auch - in Grenzen, die sich aus Quantität und Qualität der aufgenommenen und verarbeiteten Informationen ergeben - von jedem Element S_i übernommen werden können; und zwar sowohl hinsichtlich Informationen, die von (anderen) S_j ausgehen als auch hinsichtlich den von L übermittelten Informationen (vgl. die - allerdings geringen - Werte der Übergangshäufigkeiten für die Kategorien S→S und I→S in Kap. 6.1.1, Tab. 6).

Beispiele für den erstgenannten Fall:

- Schüler: "Sie (anderer Schüler) hat gesagt, ... von S geht eine Halbgerade hoch, sie kann aber doch auch runter ..."

(UP 4a, Zeitintervall 14);

- Schüler: "Ja, es sind Nebenwinkel, denn sie liegen nebeneinander."
  and.Schüler: "Nein, sie bilden aber keine Gerade."

(UP 5, Zeitintervall 32).

Für den Fall einer "negativen Rückmeldung" seitens eines Schülers gegenüber dem Lehrer findet sich ein Beispiel in UP 3, als Lehrer C die "unterschiedliche Größe" zweier (unendlicher) Teilmengen am Beispiel eines aufzuteilenden Kuchens erläutern will:

- Lehrer C: "... So, jetzt nehmen wir von der einen Hälfte, nehmen wir ein Stück weg und gibt es der anderen Hälfte hinzu. Kann diese andere Hälfte ... - mal irgendwann kleiner sein als die, wo Ihr was weggenommen habt? (Lehrer zeigt am Tafelbild) ... (mehrere Schüler stimmen zu)
  Schüler: "Der Kuchen ist aber nicht unendlich. Die Ebene ist aber ..."

(UP 3, Zeitintervall 48).

---

74) Vgl. dazu auch die Differenzierung verschiedener "Schleifenprozeduren" im Rahmen des - auf theoretischen Analysen beruhenden - präskriptiven Ansatzes von FUCHS et al. (1974, S. 51ff).

Nimmt man an, daß beim realen Unterricht auf Seiten der Schüler

- die Reproduzierbarkeit der übermittelten Bedeutungen nach längerer Zeit und
- die Ausprägung der Fähigkeit, die gespeicherten Informationen bei der Bearbeitung von neuartigen Aufgaben und Problemen effektiv zu nutzen

eine Funktion von Wechselwirkungen zwischen

- Variablen der Art und Weise, wie die Übermittlung der Informationen erfolgt einerseits und
- Variablen der internen Bedingungen des Prozesses der Informationsverarbeitung der Rezipienten andererseits sind,

so stellt sich die Frage, welche Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung bei der Modellierung der den Schülern entsprechenden Teilsysteme S_i zumindest f u n k t i o n a l repräsentiert sein müßten.

Aus den in Kapitel 6.1 beschriebenen Unterrichtsstunden läßt sich entnehmen, daß ein adäquates Modell in der Lage sein müßte, Informationen unterschiedlicher Art aufzunehmen:

a) Verbale Informationen auf unterschiedlichem Repräsentations- und Abstraktionsniveau, die akustisch übermittelt werden:

Sowohl eine Aussage wie
- Lehrer C: "Denkt an einen Kuchen! Ihr hättet hier einen Kuchen, den habt Ihr halbiert ..."

(UP 3, Zeitintervall 47/48)

als auch

- Lehrer B: "... Diese Menge, die Vereinigungsmenge dieser (Halb-)geraden ist dasselbe wie die Schnittmenge beider Winkel."

(UP 2, Zeitintervall 58/59).

b) Verbale Aussagen, die visuell (schriftlich) übermittelt werden, und zwar wiederum auf unterschiedlicher Repräsentations- und Abstraktionsebene.

Sowohl Definitionstexte (UP 2, Zeitintervall 48/49; UP 7, Zeitintervall 9; UP 5, Zeitintervall 26) als auch formalisierte Aussagen (UP 5, Zeitintervall 25; UP 2, Zeitintervall 58).

c) Bildliche (imaginative) Informationen, ebenfalls auf verschiedenen Abstraktionsebenen:

Einerseits Skizzen, wie sie z.B. Lehrer B bei der Einführung bestimmter Bezeichnungen verwendet (UP 2, Zeitintervall 16-19) und andererseits formale geometrische Zeichnungen, wie sie in allen Unterrichtsstunden vorkamen.

d) Konkrete (dreidimensionale) Objekte, die auf sie angewendeten Transformationen und gegebenenfalls die Transformationsfolgen hinsichtlich der Objektwahrnehmung (vgl. 2.1).

Beispiele für die Darbietung konkreter Gegenstände finden sich in UP 3 (ab Zeitintervall 7) und UP 4b (Zeitintervall 31-34); als Sonderfall kann die "gestisch-motorische" Darstellung von Lehrer A gelten (UP 1, Zeitintervall 29/30).

Alle diese Informationen müßten prinzipiell von jedem S_i aufeinander bezogen und miteinander verknüpft werden können; z.B.:

- Im konkreten Unterricht werden Aussagen über und aufgrund von Zeichnungen gemacht (u.a. UP 6, ab Zeitintervall 3; UP 5, ab Zeitintervall 8; UP 4a, ab Zeitintervall 4);
- "bildlich" dargestellte Formen werden abstrahiert und auf geometrische Zeichnungen "übertragen" (u.a. UP 2, Zeitintervalle 16-19);
- aufgrund von zuvor dargebotenen Aussagen (etwa Definitionstext) werden in einem komplexen Tafelbild Beispiele eines Begriffs identifiziert (z.B. UP 5, ab Zeitintervall 40; UP 6, ab Zeitintervall 41).

Die genannten Kriterien genügen bereits,um feststellen zu können, daß wohl keines der - in sich hoch komplexen - Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung, die bereits vorliegen, für sich den Grad an Komplexität aufweist, der erforderlich wäre, um der Variabilität der von einem Schüler im Unterricht aufzunehmenden und zu verarbeitenden Informationen Rechnung zu tragen.

Bisher vorliegende Theorien, Modelle und Ergebnisse zur menschlichen Informationsverarbeitung legen jedoch nahe, bei der Modellierung der Informationsverarbeitung und -speicherung durch die Teilsysteme S_i folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

(1) Jedes Teilsystem müßte über elementare Klassifikationsleistungen - wie sie in Kap. 2.1 beschrieben wurden - verfügen und in der Lage sein, bei gegebener Verknüpfungsregel bzw. gegebenen

Merkmalen Begriffs- bzw. Regelidentifikationsaufgaben in einer Weise zu bewältigen, die den einschlägigen empirischen Befunden Rechnung trägt (Kap. 2.2).

(2) Komplexere oder abstrakte Klassenbegriffe (mit relativ vielen und/oder verdichteten Merkmalen) werden anscheinend in der Regel eher - "unscharf" - durch "Prototypen" ("typische Beispiele"; s. 2.1.6.3, 2.2.4; vgl. auch RUMELHART 1977, S. 231ff) als durch eindeutige Entscheidungsregeln repräsentiert.

(3) Anscheinend stimmen alle Ansätze zur Erklärung des v e r b a l e n L e r n e n s darin überein, daß die aufgenommenen Informationen nacheinander hinsichtlich verschiedener Aspekte bzw. auf unterschiedlichem Niveau verarbeitet werden (vgl. 3.4.1)[75]; z.B. sowohl auf der Ebene der exakten Wortfolge, der Sprechweise usw. als auch auf der "tieferen" Ebene der Bedeutung.

(4) Die Verarbeitungsprodukte der solchermaßen unterschiedlichen Prozesse werden - prinzipiell - als unterschiedlich lange verfügbar ("reproduzierbar") betrachtet.

(5) Die Behaltensdauer wird generell als abhängig vom erreichten Verarbeitungsniveau" betrachtet[76] (im Rahmen von Mehr-Speicher-Konzeptionen: welchen "Speicher" die entsprechende Information erreicht hat), und zwar derart, daß die Behaltensdauer umso länger ist, je "tiefer" das erreichte Verarbeitungsniveau.

Ein "tiefes" Verarbeitungsniveau ist gleichbedeutend damit, daß die Bedeutung(en) der verarbeiteten Informationen mit bereits gespeicherten Bedeutungen "elaborativ" verknüpft werden (in Mehr-Speicher-Modellen entspräche dies dem semantischen Langzeitspeicher); dieser Prozeß kann als "Verstehen (der Bedeutung)" bezeichnet werden.

---

76) CRAIK & LOCKHART (1972, S. 676) nennen als weiteren Faktor der Behaltensdauer das Memorieren der aufgenommenen Informationen; anscheinend können dabei zwei Aspekte unterschieden werden (vgl. auch RUMELHART 1977, S. 198ff).

75) Dies ist unabhängig davon, ob mehrere "Speicher" unterschieden werden oder ob - CRAIK & LOCKHARTs (1972) "level of processing"-Ansatz folgend - ein kontinuierlicher Prozeß angenommen wird (vgl. BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, Kap. 3, insb. 3.1.4).

(6) Ob bzw. inwieweit verbale Informationen verstanden werden, ist anscheinend eine Funktion mehrerer Faktoren:

a) Die Intensität der übermittelten "Reize" (vgl. CRAIK & LOCKHART 1972, S.675ff).

b) Das "Vorwissen", d.h. diejenigen informativen ("kognitiven") Strukturen, über die ein Rezipient bereits verfügt.

Die bereits bestehende kognitive Struktur ist bei der Verarbeitung neuer Inhalte in mehrfacher Hinsicht wirksam:

Erstens gibt es Hinweise darauf, daß "vertraute" Informationseinheiten (d.h. solche, die bereits gespeicherten gleich oder ähnlich sind) leichter bzw. schneller verarbeitet werden können (vgl. CRAIK & LOCKHART 1972, S.676).

Zweitens erfordern elaborative Prozesse per definitionem bestehende kognitive (Teil-)strukturen; einige spezielle Merkmale solcher Prozesse konnte KINTSCH (1976; s. 3.4.3) aufzeigen.

c) Die für die jeweiligen Analyseprozesse verfügbare Zeit (vgl. CRAIK & LOCKHART 1972, S. 676); diese verfügbare Zeit ist umso geringer, je mehr Informationen gleichzeitig dargeboten werden und je kürzer die Zeitabstände zwischen den einzelnen Informationseinheiten sind.

d) Der "Kontext" der Darbietung, d.h. gleichzeitig oder in zeitlicher Nähe (insbesondere vorher) dargebotene Informationen; z.B. Strukturierungshilfen, wie sie AUSUBEL vorgeschlagen hat (s. 3.2) oder bildliche Darstellungen, deren Effektivität für das Verstehen komplexer verbaler Informationen BRANSFORD & Mitarbeiter zeigen konnten (vgl. 3.4.1).

e) Die Verfügbarkeit von "Schemata" im Sinne "einer abstrakten kognitiven Repräsentation eines verallgemeinerten Begriffs oder einer Situation. Ein Schema beinhaltet insbesondere das Netzwerk der Beziehungen zwischen den wesentlichen Bestandteilen der betreffenden Situation oder des Begriffs" (RUMELHART 1977, S. 290).

Das Verstehen bzw. die Wiedergabe größerer Informationseinheiten gelingt anscheinend umso eher, je mehr die abstraktive "Gesamtstruktur" dem Rezipienten bereits vertraut ist (vgl. KINTSCH 1977, S. 373ff).

(7) Die Wiedergabe ("Reproduktion") bzw. der "Abruf" gespeicherter Informationen ist eher als eine aktive (Re-)konstruktion denn als ein Kopieren gespeicherter Informationen zu betrachten (s. 3.4.1; vgl. auch RUMELHART 1977, S. 217ff; BREDENKAMP & WIPPICH 1977b, S.134ff; KINTSCH 1977, S. 370ff).

(8) Die Zahl der bei Abrufprozessen gleichzeitig ins "Bewußtsein" zu rufenden informativen Einheiten scheint prinzipiell begrenzt zu sein (vgl. POSNER 1976, S. 197ff).

6.2.2 Einige Annahmen und Hypothesen zum Lehren und Lernen von Begriffen im Unterricht

Obwohl die genannten Vorgaben und Kriterien - einschließlich der jeweils großen Anzahl nicht aufgeführter Implikationen[77] - kaum genügen würde, tatsächlich ein adäquates Simulationsmodell zu entwickeln, kann das f i k t i v e Modell doch dazu dienen (prinzipiell prüfbare) Annahmen und Hypothesen zu generieren, wenn man sich vorstellt, man manipulierte das System jeweils so, daß Variablen der Informationsübermittlung (als unabhängige Variable) des Modells Ausprägungen erhielten, die Ergebnissen der Unterrichtsanalyse entsprächen.

Aufgrund der funktionalen und strukturellen Modell-Vorgaben sollten dann einige Prognosen über das Systemverhalten möglich sein.

6.2.2.1 Zum Lernen von Begriffen, die keine sensorisch wahrnehmbaren Merkmale besitzen

Da die Teilsysteme S_i sämtlich in der Lage sind, sowohl durch Ausfilterung transformationsinvarianter Merkmale, sensorische Abstraktion und Bereichsbildung als auch durch Speicherung eines

---

77) Dazu gehören z.B. Fragen der sensorischen Analyse, der Zergliederung und Erzeugung syntaktisch korrekter Aussagen, des Enkodierungsformates usw.

"typischen Beispiels" und durch - gegebenenfalls auch parallele - Verarbeitung bildlicher und verbaler Informationen Begriffe zu bilden bzw. zu lernen, kann nicht eindeutig vorhergesagt werden, wie sich ein System verhielte, wenn man ihm - wie insbesondere in UP 1 und UP 3 geschehen - einerseits eine Reihe konkreter Objekte bzw. Umgebungszustände und zeichnerische Repräsentationen als "Beispiele" darböte und andererseits verbale Aussagen, derzufolge die Beispiele des zu lernenden Begriffs keine wahrnehmbaren Merkmale besitzen ("unendliche Punktmenge"; "unbegrenzte Ausdehnung" usw.).

S_i müßte daher "wissen" oder im Zuge der Instruktion erfahren, daß die "Objekte" ebenso wie die Zeichnungen lediglich als teils analoge, teils modellartige Repräsentationen nicht-anschaulicher Beispiele (und Nicht-Beispiele) zu verstehen sind[78].

Geschieht dies nicht (lediglich in UP 1 verweist Lehrer A ansatzweise auf die Unanschaulichkeit der Beispiele geometrischer Begriffe), so kann nicht ausgeschlossen werden, daß das System aufgrund der invarianten Merkmale der dargebotenen "Beispiele" (hier ein bestimmtes Formprinzip, "Gestalt") Konzepte bildet oder lernt, die dann allerdings nicht auf dem angestrebten "formalen Niveau" (vgl. KLAUSMEIER et al. 1974, S. 18f) mit den vom Curriculum vorgesehenen Begriffen übereinstimmen.

Diese so erworbenen Konzepte würden jedoch darüber hinaus auch auf "konkretem Niveau" nicht unbedingt mit den "eigentlich" zu lernenden Begriffen übereinstimmen, wenn die dargebotenen "Beispiele" und "Nicht-Beispiele" ihrerseits nicht wenigstens annäherungsweise einer "rationalen Menge" (vgl. 2.2.5; entsprechende Analyseergebnisse s. 6.1.4) entsprächen.

In solchen Fällen - insbesondere dann, wenn wie in UP 1 lediglich ein Beispiel und in UP 4 je ein Beispiel und ein Nicht-Beispiel dargeboten wurden - wäre am ehesten zu erwarten, daß auf der Grundlage des am typischsten erscheinenden Beispiels ein "unscharfer" Begriff gebildet wird.

---

78) Man könnte dies als "Modell"-Schema bezeichnen.

Wenn dagegen gesichert wäre, daß das (Teil-)system S_i die "Beispiele" und "Nicht-Beispiele" als Analogien oder "Modelle" eines abstrakten Begriffs betrachtet, dann sollte die Darbietung dieser Beispiele im "Kontext" (s.o.) der Obermittlung verbaler Informationen eine Förderung des "Verstehens" zur Folge haben.

Die Annahme, einige Schüler hätten in dem analysierten Unterricht tatsächlich "unscharfe" Begriffe erworben, wird durch einige Testergebnisse gestützt, die zeigen, daß häufig einerseits "nahe Nicht-Beispiele" als Beispiele, aber gleichzeitig ("atypische") Grenz-Beispiele als Nicht-Beispiele behandelt wurden, während eine exakte Formulierung der Definition insgesamt anscheinend nur sehr selten (re)konstruiert werden konnte (vgl. LOHRIG 1977, S. 121, 125, 132; z.B. wird ein Beispiel des Begriffs "Nebenwinkel" bei "atypisch" räumlicher Lage nicht mehr erkannt; dasselbe gilt für "atypische" überstumpfe Winkel).

Hypothese I:

Begriffe, die keine sensorisch wahrnehmbaren Merkmale besitzen, werden anhand von modellhaften Beispiel-Repräsentationen nur dann korrekt gelernt, wenn der Modellcharakter dieser "Beispiele" von den Lernenden "begriffen" wird, d.h. wenn diese einen adäquaten "Modell"-Begriff besitzen.

Ist dies der Fall, so wird der Erwerb des in Frage stehenden Begriffs durch (die) Beispiel-Repräsentation(en) gefördert (im Vergleich zu einer rein verbalen Instruktion).

Wenn dies jedoch nicht der Fall ist, wird - durch sensorische Abstraktion - auf der "konkreten" Ebene der anschaulichen Beispiel- (und Nicht-Beispiel-) Repräsentationen ein Klassenbegriff gelernt, vorausgesetzt, Anzahl und Zusammenstellung der "Beispiele" und "Nicht-Beispiele" bilden wenigstens annähernd eine "rationale Menge".

Ist auch dies nicht gegeben, so wird am ehesten ein "unscharfer" Begriff erworben.

6.2.2.2 Zum Lernen abstrakter Begriffe durch Definitionen

Ein künstliches, (verbale) Informationen verarbeitendes System sollte im allgemeinen eine wohlformulierte Definition relativ leicht "verstehen", zumal, wenn es nicht in der Lage ist, Kontext und umfassendere Informationseinheiten in einer Instruktionssequenz zu erfassen.

Da S_i jedoch so konzipiert sein soll, daß "Kontext" und "Schemata" die Verarbeitung zusammenhängender Informationseinheiten beeinflussen können, wäre es wiederum fraglich, ob Aussagen, die aufgrund der Merkmale eines Beispiels bzw. eines Beispiels und eines Nicht-Beispiels formuliert werden (vgl. die Analysen von UP 1 und UP4 in Kap. 6.1.4.2 und 6.1.7.4), so verarbeitet werden könnten, daß sie später als Identifikations- bzw. Klassifikationsvorschriften anwendbar wären.

Im ungünstigsten Fall würden solche Aussagen als Beschreibung eines bestimmten "Beispiels" abgespeichert, wobei hinsichtlich des Beispiel-Charakters der entsprechenden zeichnerischen Repräsentationen auch noch die oben angeführten Einschränkungen zum Tragen kommen könnten.

Werden die Aussagen auf mehrere "Beispiele" bezogen (vgl. die Analysen von UP 6 in 6.1.4.2 und 6.1.7.4), so wäre denkbar, daß sie als Beschreibung einer Klasse von "Beispielen" gespeichert wurden, was einer Definition bereits nahekäme.

Damit wäre jedoch auch noch nicht gesichert, daß die entsprechenden Aussagen mit einem bestimmten (Handlungs-)Programm verknüpft werden, welches eine systematische Anwendung der Definition zur Identifikation und Klassifikation neuer Sachverhalte steuert.

Am ehesten wäre dies zu erwarten, wenn ein System S_i in die Lage versetzt würde, über häufigere Verknüpfungen der Bedeutungen von (Teil-)Aussagen der Definition mit den Merkmalen entsprechender Objekte oder Zustände im Sinne der Operationen des "Konkretisierens" und "Vergleichens"[79] schließlich durch abstraktive Verkürzung

79) Vgl. dazu LOMPSCHER 1972, S. 34f, und DÖRNER 1976, S. 112f; zur elementaren Operation des "Verknüpfens" vgl. DÖRNER 1974, Kap. 5 und DÖRNER 1976, S. 113.

(s. 2.1.4.3) ein relativ stabiles Identifikations- und Klassifizierungsprogramm (Schema "Definition") aufzubauen.

> Ansatzweise entspricht die Vorgehensweise von Lehrer C in UP 7 (ab Zeitintervall 12; s. Analyse in Kap. 6.1.7.4) einer solchen Bedingung. Allerdings würde unter genau gleichen Voraussetzungen S_i möglicherweise ein fehlerhaftes Programm erwerben, da Lehrer C in einem Fall (UP 7, Zeitintervall 20/21) die Entscheidung "Nicht-Beispiel" erst zuläßt, nachdem mehr als eine Vergleichsoperation eine Nicht-Obereinstimmung mit den in der Definition genannten Merkmalen ergeben hat, obwohl es sich um einen konjunktiven Begriff handelte. Immerhin ist festzustellen, daß die Schüler jener Klasse bei dem später durchgeführten Test zum Begriff "Nebenwinkel" am wenigsten Fehler machten (s. 6.1.9 ; vgl. LOHRIG 1977, S. 112, Tab.22).

Eine Alternative bestände darin, den Teilsystemen S_i von vornherein ein allgemeines (Meta-)Identifikationsprogramm zu implementieren, was im realen Unterricht einer expliziten Einführung in Wesen und Techniken des Definierens (mit Übungen) entspräche.

Hypothese II:

Die Darbietung eines Definitionstextes - auch wenn dieser sukzessive "erarbeitet" wird - fördert nur dann die spätere korrekte Identifikation von Beispielen und Nicht-Beispielen, wenn die Schüler entweder bereits über ein Schema "Definition" (bzw. "Definieren") verfügen oder Gelegenheit erhalten, durch entsprechende Anwendungs- und Übungsaufgaben ein solches zu erwerben[80].

6.2.2.3 Zur Verarbeitung ungenauer, unklarer und fehlerhafter Aussagen

Die (qualitative) Auswertung der Unterrichtsprotokolle hinsichtlich der Variablen "lehrinhaltskonforme Vernetzung" zeigte, daß in mehreren Unterrichtsstunden die Darbietung wesentlicher Informationen unklar, ungenau und in Einzelfällen sogar fehlerhaft war (s. 6.1.7.4).

---

80) Die in Kap. 2.2.6 berichteten Ergebnisse von JOHNSON & STRATTON (1969) und ANDERSON & KULHAVY (1972) zum Begriffserwerb durch Definitionen wurden jeweils bei Studenten erzielt, bei denen ein solches "Schema" mit einiger Wahrscheinlichkeit aufgenommen werden kann.

Welche Verarbeitungsprodukte unter gleichen Bedingungen bei S_i resultierten, wäre abhängig vom Umfang und der Qualität der bereits gespeicherten Informationsstruktur; dies würde sich sowohl beim Prozeß der Informationsaufnahme als auch bei der Wiedergabe auswirken:

Je mehr klar strukturierte, einschlägige Informationen bereits in S_i gespeichert sind, umso eher wäre das System in der Lage, trotz ungenauem oder unklarem "Input"[81] - z.B. durch implizite Ergänzungen (s. 3.4.3) - die "gemeinten" Bedeutungen herauszuarbeiten und in der vorhandenen Informationsstruktur zu verankern.

Eine ähnliche Wirkung könnte bei fehlerhaftem"Input" daraus resultieren, daß Informationen, die im Widerspruch zur bereits gespeicherten Informationsstruktur stehen, nur unter bestimmten Zusatzbedingungen stabil verankert würden, da dies eine (Teil-)Umstrukturierung des vorhandenen Bedeutungsnetzes erforderte.

Bei der (re)konstruktiven Wiedergabe könnte dann der Effekt, daß bereits länger gespeicherte und tatsächlich zu einem bestimmten Zeitpunkt eingegebene Informationen nicht mehr klar unterschieden werden können, sogar dazu führen, daß der "Output" genauer ist als die "Eingabe".

Verfügte das System in den genannten Fällen nicht über eine entsprechende Informationsstruktur, so wäre es auch nicht in der Lage, geeignete implizite Ergänzungen vorzunehmen und könnte mithin die Bedeutung der übermittelten Informationen nicht "verstehen", wodurch wiederum die Behaltensdauer erheblich verkürzt würde.

Fehlerhafte Eingaben könnten dagegen - falls sie für sich hinreichend klar sind - so abgespeichert werden, wie sie dargeboten wurden.

> Ein Beispiel für eine - wohl eher beiläufige - fehlerhafte Formulierung unterlief Lehrer A bei der Einführung des Begriffs "gestreckter Winkel".

---

81) "Unklar" oder "ungenau" bedeutet regelmäßig, daß bestimmte, für die Verknüpfung von Bedeutungseinheiten wichtige Informationen nicht übermittelt werden. Z.B. fehlende Spezifikation von Merkmalen, fehlende Angabe von Relationen, widersprüchlich erscheinende Aussagen.

Es scheint dabei durchaus plausibel, daß die (falsche) Aussage
"... diese Gerade nennt man einen gestreckten Winkel." (s. UP 4b, Zeitintervall 32)
von Schülern, in deren kognitiver Struktur der Begriff "Winkel" im Sinne der curricularen Definition bereits korrekt verankert war, entweder garnicht weiter verarbeitet wurde oder implizit ergänzt wurde, so daß schließlich eine Bedeutungseinheit erzeugt wurde, die einer Aussage wie "... Diese Gerade ist identisch mit den beiden Schenkeln des gestreckten Winkels."
entsprochen hätte.

Hypothese III:

Die Wirkung ungenauer, unklarer und fehlerhafter Informationsübermittlung im Unterricht auf den Aufbau kognitiver Strukturen von Schülern ist eine Funktion des Umfangs und der Struktur des "Vorwissens", d.h. der bereits bestehenden kognitiven Strukturen:

Je umfassender und klarer strukturiert das (einschlägige) Vorwissen eines Schülers ist, umso eher ist er in der Lage, auch aufgrund ungenauer, unklarer und - in bestimmten Grenzen - sogar fehlerhafter Informationen eines Lehrers Bedeutungen zu lernen.

Nimmt man an, daß unklare und ungenaue Darstellungen im Unterricht bei bestimmten Lehrern häufiger und regelmäßiger vorkommen als bei anderen - dafür würden die in Kapitel 4.2.6 berichteten Ergebnisse von HILLER et al. (1969) und HILLER (1971) sprechen[82] - so wäre zu erwarten, daß in den betroffenen Schulklassen eine Art "Schereneffekt" einträte: Der leistungsmäßige Abstand zwischen Schülern mit ursprünglich "gutem" und Schülern mit ursprünglich "schlechtem" Vorwissen müßte sich ständig vergrößern.

82) Jeweils zitiert nach DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 300ff. "Vagheit" ("vagueness") umfaßt zumindest auch unklare und ungenaue Äußerungen (vgl. DUNKIN & BIDDLE 1974, S. 301); HILLERS Untersuchungen zufolge korreliert "Vagheit" negativ mit dem Fachwissen des Lehrers über den unterrichteten Gegenstand.

6.3 Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Bedingungen des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht zu explorieren.

Diese Exploration versteht sich in der Weise als deskriptiv, als realer Unterricht - ohne willkürliche Manipulation irgendwelcher Variablen - hinsichtlich solcher Aspekte analysierend beschrieben wird, die im Lichte gegenwärtiger kognitionspsychologischer Theorien und Modelle für die Erklärung der (Lern-) Wirksamkeit von Unterrichtsprozessen bedeutsam zu sein scheinen.

Die Exploration selbst sollte Teil eines mehrphasigen Forschungsprogramms sein, in welchem - ausgehend von den methodischen und inhaltlichen Vorarbeiten und Resultaten der Explorationsstudie - im zweiten Schritt Feldstudien (Ex-post-facto; Korrelationsstudien) geplant sind, deren Ergebnisse wiederum die Grundlage experimenteller Studien sein sollten[83].

> Dies schließt nicht aus, daß bereits parallel zu den Feldstudien bestimmte einzelne Fragestellungen, wie sie z.B. die unter 6.2.2 entwickelten Hypothesen implizieren, einer experimentellen "Klärung" im Labor zugeführt werden.

Als Ergebnisse der Explorationsstudie können betrachtet werden:

- Die Bestimmung eines Satzes kognitionspsychologisch potentiell bedeutsamer Variablen von Unterrichtsprozessen,
- deren - wie sich gezeigt hat, teilweise revisionsbedürftige - operationale Definition,
- die Entwicklung eines Unterrichtsanalyseverfahrens, einschließlich der dazugehörigen Computer-Programme für die Verarbeitung und Aufbereitung der Kodierungen und Daten,

83) Ein solches Forschungsprogramm wird bereits zu konkretisieren versucht in dem Projekt "Bedingungen des Aufbaus dauerhafter und transferwirksamer kognitiver Strukturen durch Unterricht" von Prof. Dr. L. KÖTTER u. Mitarbeitern (gefördert ab 1977 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft). Die Unterrichtsanalyse erfolgt dort auf der Grundlage einer revidierten und erweiterten Version des vom Verfasser entwickelten Unterrichtsanalyseschemas.

- quantitative und qualitative deskriptive Daten zu den Merkmalen mehrerer Unterrichtsstunden und
- einige Hypothesen zum Lehren und Lernen von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht.

Der Ansatz dieser Arbeit erlaubt noch keine empirisch begründeten Aussagen über den tatsächlichen Erklärungswert der in die Analyse einbezogenen Variablen für Prozesse und Wirkungen in bzw. von Lehr-Lern-Situationen; ihr Theoriebezug sollte jedoch gewährleisten, daß auch ein "Fehlschlagen" der Feldstudien (im Sinne der Erwartung korrelativer Zusammenhänge) so informativ ist, daß der Aufwand in jedem Fall gerechtfertigt erscheint.

Die Inangriffnahme der zweiten Phase des Forschungsprogramms erfordert jedoch noch die Bearbeitung einiger Probleme:

Zum einen ist ein lehrzielorientiertes Testverfahren zu entwickeln, welches Daten über die tatsächliche Informationsverarbeitungsleistung von Schülern liefert, d.h. ein Instrument zur Lerndiagnostik, das neben der Feststellung der Lehrzielerreichung im Sinne herkömmlicher lehrzielorientierter Tests (vgl. u.a. HERBIG 1976; FRICKE 1974) auch und insbesondere Aufschlüsse über die spezifischen Fehler und Defizite von Schülern erlaubt.

> Als erster Ansatz kann das von LOHRIG (1977) in Zusammenarbeit mit dem Verfasser entwickelte Fehler-Analyse-Instrument gesehen werden; einen alternativen Ansatz zeigte SCHNOTZ (1978) auf.

Ein zweites Problem ergibt sich daraus, daß zur Erklärung der Wirkung von Prozeßvariablen des Unterrichts einerseits von vornherein weniger Haupteffekte als vielmehr höherrangige Wechselwirkungen zu erwarten sind, andererseits aber die Anwendung der zur Feststellung solcher Wechselwirkungen üblicherweise verwendeten statistischen Verfahren (multivariate Varianzanalyse, multiple Regression und Korrelation) von Voraussetzungen bzw. Annahmen abhängig sind (vgl. GAENSSLEN & SCHUBÖ 1973), die sich bei einer Unterrichtsanalyse kaum sinnvoll begründen lassen.

> Ein geeignetes Verfahren könnte die Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) nach KRAUTH & LIENERT (1973 ; vgl. auch ROEDER 1974) darstellen, die allerdings - soweit bekannt - in der Unterrichtsforschung noch keine praktische Anwendung gefunden hat.

Dabei würde es völlig ausreichen, wenn ausschließlich ordinale Daten, wie sie auch bei der Darstellung der quantitativen Ergebnisse in Kap. 6.1 der besseren Übersichtlichkeit wegen verwendet wurden, gegeben sind.

Generell wird sich bei jeder Fortführung schließlich das Problem der arbeitsökonomisch stets notwendigen Eingrenzung des Forschungsgegenstandes stellen.

Obwohl im vorliegenden Fall versucht wurde, Unterrichtsforschung am Unterricht "wie er ist" - und nicht wie er vielleicht sein sollte - anzusetzen und eine (vergleichsweise) größere Anzahl von Prozeßvariablen gleichzeitig erhoben wurden, bezieht sich die Analyse ausdrücklich nur auf Aspekte der Informationsübermittlung und -verarbeitung im Unterricht soweit diese unmittelbar mit dem Lehren und Lernen von Begriffen in Verbindung gebracht werden können.

Welche Gesichtspunkte vernachlässigt wurden, vermag eine Gegenüberstellung des in Kap. 6.2.2 konzipierten fiktiven Modells mit realem Unterricht deutlich zu machen.

Die Resultate einer tatsächlichen Simulation mit diesem Modell würden aller Voraussicht nach zunächst erheblich von dem eines entsprechenden konkreten Unterrichts abweichen:

1. Die "Modellkonstruktion" beinhaltet kaum explizite Aussagen hinsichtlich eines Äquivalents zur "Heuristischen Struktur" (DÖRNER 1976), d.h. die Bedingungen von Problemlöseprozessen sind nicht hinreichend spezifiziert.

2. Die Teilsysteme, welche die Schüler repräsentieren, weisen keinerlei interindividuelle Unterschiede auf; daß aber Variablengruppen die z.B. Wahrnehmungsfähigkeit, kognitive Stile usw. betreffen, gerade hinsichtlich des Lehrens und Lernens von Begriffen bedeutsam sein können, läßt sich belegen (vgl. GLASER & RESNICK 1975, S. 59ff; GLASER 1975; FLAMMER 1974).

3. Auch (kognitive) Motivation ist in dem Modell überhaupt nicht repräsentiert, obschon in der intrinsischen Motivation ein bedeutsamer Faktor beim Aufbau kognitiver Strukturen gesehen werden muß (vgl. LEHMANN et al. 1973; KEIL 1977); auch "Angst" und "Leistungsmotivation" beeinflussen unter bestimmten Bedingungen die Wirkung schulischer Lernprozesse (vgl. KROHNE 1975; WEINER 1975).

4. Im Gegensatz zu den Teilsystemen "S_i" unterliegen Schüler einem Prozeß der (kognitiven) Entwicklung, wobei einerseits der jeweilige Entwicklungszustand eines Schülers spezielle Aspekte der Informationsverarbeitungsfähigkeit in einem bestimmten Ausmaß einschränkt oder fördert, andererseits aber der Entwicklungszustand selbst durch die im Unterricht vermittelten Inhalte beeinflußt wird (vgl. BRUNER 1974; GLASER & RESNICK 1975).

Eine Reihe weiterer Variablen, von denen begründet vermutet werden kann, daß sie die "Produktvariablen" unter bestimmten Bedingungen beeinflussen, hier aber ebenfalls nicht berücksichtigt werden konnten, lassen sich aus Abb. 9 (S.114 dieser Arbeit) entnehmen.

Die vielleicht naheliegend erscheinende Forderung, baldmöglichst ein umfassendes, integratives Modell zu entwickeln, würde jedoch dem Forschungsstand und den derzeitigen Möglichkeiten einer kognitionspsychologisch orientierten empirischen Unterrichtsforschung nicht gerecht:

Die geradezu exponentielle Entwicklung kognitionspsychologischer Theorien und Modelle in den letzten acht bis zehn Jahren hat gleichzeitig eine nicht minder große Zahl wichtiger Einzelprobleme erst aufgezeigt, ohne deren Klärung "große" Modelle unterrichtlichen Verhaltens kaum gelingen können (vgl. etwa das Modell von ANDERSON 1976).

Für eine Unterrichtswissenschaft, die sich zumindest von den Zielen her auch als "linking-science" (GLASER 1977) zwischen psychologischer Theorie und didaktischem Handeln begreift, bedeutet dies, daß es in Anbetracht der Chance, über zwar reduktive, aber zunehmend erklärungskräftigere Modelle schulischen Lernens zu verfügen, zunächst darauf ankommen wird,

a) Möglichkeiten der theoretischen Verknüpfung mit den angesprochenen Problembereichen (Motivation, Problemlösen usw.) offenzuhalten und

b) dazu beizutragen, daß die zunehmend beobachtbare Orientierung kognitionspsychologischer Theorien an Lehrinhalten und Unterrichtsprozessen nicht wieder verlorengeht[84];

84) Vgl. dazu die Sammelbände von KLAHR (1976) und ANDERSON et al. (1977).

- und zwar auch dann, wenn die Komplexität der Theorien und Modelle vielleicht stärker, als dies früher der Fall war, deutlich macht, daß unmittelbar für die Planung und Durchführung von Unterricht anwendbare Präskriptionen kurzfristig nicht zu erwarten sind.

6.4 Zusammenfassung (Kap. 6)

Zur Darstellung der Ergebnisse der Unterrichtsanalyse werden zunächst die qualitativen und quantitativen Ausprägungen der einzelnen Variablen zu

- der Struktur der Lehrer-Schüler-Interaktion,
- der Verwendung von Medien und Materialien,
- "Handlungen" und "Operationen",
- Anzahl, Art und Zusammensetzung der Beispiele und Nicht-Beispiele,
- Art und Häufigkeit der im Unterricht vorgekommenen Fehler,
- der informativen Rückmeldung im Unterricht und
- der Darbietung des Lehrinhalts

dargestellt, erläutert und diskutiert.

Daran anschließend wird ein fiktives Simulationsmodell der Übermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen im Unterricht beschrieben, auf dessen Grundlage einige Analyseergebnisse hinsichtlich

- des Lernens von Begriffen, welche keine sensorisch wahrnehmbaren Merkmale besitzen,
- des Lernens abstrakter Begriffe durch Definitionen und
- der Verarbeitung ungenauer, unklarer und fehlerhafter Aussagen durch die Schüler

hypothetisch interpretiert werden.

Abschließend werden einige Probleme methodischer und theoretischer Art diskutiert, die bei einer Fortführung des gewählten Forschungsansatzes zu berücksichtigen sein werden.

7. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist ein Beitrag zu einer Theorie des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht.

Dieser Beitrag soll dadurch erbracht werden, daß im Rahmen eines längerfristig angelegten, mehrstufigen Forschungsprogramms in einer ersten Phase eine b e s c h r e i b e n d e A n a l y s e von Unterricht "wie er ist", also ohne irgendwelche willkürliche Bedingungsvariation, versucht wird.

Dazu war es zunächst nötig, Theorien und empirische Befunde zum Begriffserwerb zu sichten und unter dem Aspekt ihrer potentiellen Bedeutsamkeit für die Erklärung schulischer Lernprozesse zusammenzustellen.

Die Diskussion eines bereits vorliegenden Versuchs, aufgrund einer Sekundäranalyse experimenteller Arbeiten präskriptive Aussagen für das Lehren von Begriffen im Unterricht abzuleiten, zeigt, daß ein solcher Ansatz nur wenig fruchtbar ist, zumal es nur eine relativ geringe Zahl experimenteller Arbeit gibt, die Bedingungen verbalen Lernens und Variablen des Lehrinhalts im Zusammenhang mit der Erforschung des Begriffserwerbs berücksichtigen.

Gerade diese Faktoren erscheinen jedoch im Hinblick auf Unterricht von besonderer Bedeutung.

Spezifisch unterrichtspsychologische Ansätze versuchten daher, dem Rechnung zu tragen:

GAGNEs Beitrag, der vor allem die Bedeutung der Sequentierung der Lehrinhalte betont, beinhaltet allerdings keine Aussagen, welche (kognitive) Lernprozesse erklären könnten.

Kernstück der AUSUBELschen Theorie des (verbalen) Lernens von Bedeutungen sind dagegen Annahmen über einige Aspekte der menschlichen Informationsverarbeitung und -speicherung, aufgrund derer präskriptive Aussagen für die Planung und Durchführung von Unterricht möglich sind.

Diese Präskriptionen bzw. die ihnen zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten konnten jedoch bisher nicht hinreichend empirisch belegt werden, weil die wichtigsten - lehrstoffbezogenen - Variablen der Theorie AUSUBELs mangels eindeutiger Kriterien nur schwer zu operationalisieren sind.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, wird in der Anwendung von Verfahren der systematischen Lehrstoffanalyse gesehen.

Drei verschiedene Verfahren werden kurz dargestellt und erläutert; da zwei davon ursprünglich als Notationssysteme im Rahmen neuerer - im Vergleich zu AUSUBEL sehr viel differenzierterer - Theorien und Modelle der menschlichen Informationsverarbeitung und -speicherung entwickelt wurden, die ihrerseits auch auf die Erklärung verbalen Lernens abzielen, lag die Frage nahe, ob diese Theorien und Modelle geeignet sein könnten, funktionale Zusammenhänge des verbalen schulischen Lernens von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen aufzuzeigen.

Es zeigte sich, daß dies bei der Theorie von KINTSCH (1974, 1976) durchaus der Fall sein könnte, wenn die entsprechenden experimentellen Befunde auch unter Unterrichtsbedingungen bestätigt werden könnten. Dies setzte jedoch wiederum geeignete Operationalisierungen voraus.

Neben kognitionspsychologischen Theorien und Ergebnissen war auch zu prüfen, welche Ansätze und Befunde der empirischen Unterrichtsforschung begründete Hinweise auf potentiell lernwirksame Bedingungen unterrichtlichen Begriffserwerbs liefern könnten.

An den Versuch einer Strukturierung dieses Forschungsgebietes schließt sich ein grober Überblick über Ergebnisse empirischer Unterrichtsforschung an, der sich vornehmlich auf einschlägige Sammelberichte stützt (DUNKIN & BIDDLE 1974, WALTER 1977).

Da es - wie sich zeigt - insgesamt bis heute nur wenige gesicherte Aussagen über Bedingungen und Prozesse effektiven Unterrichts gibt, wurde von einigen Unterrichtswissenschaftlern in jüngster Zeit ein "Paradigmenwechsel" der Unterrichtsforschung im Sinne einer Abkehr von empirisch-analytischen Methoden postuliert. In einer kurzen Diskussion dieser Position wird dargetan, daß die

Möglichkeiten einer kognitionspsychologisch orientierten empirischen Unterrichtsforschung noch keineswegs ausgeschöpft sind, obgleich praktisch umsetzbare Ergebnisse kurzfristig nicht zu erwarten sein werden.

Auf dem Hintergrund der dargestellten unterschiedlichen Theorien und empirischen Ergebnisse zum Lehren und Lernen von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht werden schließlich einige vorläufige allgemeine Annahmen über mutmaßlich in irgendeiner Weise lernwirksame Faktoren formuliert.

Die in diesen Annahmen angesprochenen Variablen werden dann so operationalisiert, daß ihre möglichen Ausprägungen die Kategorien eines mehrdimensionalen Unterrichtsanalysesystems bilden.

Zur Erfassung der Darbietung des Lehrinhalts im Unterricht wurden ferner zwei Maße sowie eine neuartige Form der Sequenzdarstellung entwickelt.

Analysiert wurden insgesamt acht mittels Videorecorder aufgenommene Unterrichtsstunden einer Unterrichtseinheit "Grundbegriffe der Geometrie" in der Jahrgangsstufe 6 einer Integrierten Gesamtschule.

Die Auswertung der Kodierungen und die einzelnen Berechnungen erfolgten weitgehend mit Hilfe spezieller Computer-Programme.

Im Anschluß an eine Darstellung und Diskussion der einzelnen Resultate der Unterrichtsanalyse wird ein fiktives Simulationsmodell der Obermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Informationen im Unterricht beschrieben, auf dessen Grundlage einige Analyseergebnisse hypothetisch interpretiert werden.

Als Ergebnisse der Explorationsstudie können betrachtet werden:

- Die Bestimmung eines Satzes kognitionspsychologisch potentiell bedeutsamer Variablen von Unterrichtsprozessen,
- deren - wie sich gezeigt hat, teilweise revisionsbedürftige - operationale Definition,
- die Entwicklung eines Unterrichtsanalyseverfahrens, einschließlich der dazugehörigen Computer-Programme,

- quantitative und qualitative deskriptive Daten zu den Merkmalen mehrerer Unterrichtsstunden und
- einige Hypothesen zum Lehren und Lernen von Begriffen und begrifflichen Zusammenhängen im Unterricht.

Abschließend werden einige Probleme diskutiert, die bei einer Fortführung des gewählten Forschungsansatzes zu berücksichtigen sein werden.

8. Literatur

ACHTENHAGEN, F. & WIENOLD, G. et al.: Lehren und Lernen im Fremdsprachenunterricht, Bd. 1. München 1975

AEBLI, H.: Grundformen des Lehrens. Stuttgart 1976[9]

AIKEN, L.S. & WILLIAMS, T.M.: A Developmental Study of Schematic Concept Formation. Developmental Psychology, 1973, 8, 162-167

AMELANG, M.: Welche Bedeutung besitzt die psychologische Lernforschung für das kognitive Lernen im Unterricht? In: NICKEL, H. & LANGHORST, E. (Hg.): Brennpunkte der pädagogischen Psychologie. Bern/Stuttgart 1973, 47 - 60

ANDERSON, J.R. & BOWER, G.H.: Human Associative Memory. Washington 1973.

ANDERSON, J.R.: Language, Memory and Thought. Hillsdale, N.J. 1976

ANDERSON, R.C., FAUST, G.W., RODERICK, M.C., CUNNINGHAM, D.J. & ANDRE, T. (Eds.): Current Research on Instruction. Englewood Cliffs, N.J. 1969

ANDERSON, R. & KULHAVY, R.W.: Learning Concepts from Definitions. American Educ. Research Journal, 1972, 9, 385 - 390

ANDERSON, R.C. & BIDDLE, B.J.: Über die Auswirkung von Lehrtexten auf das Lernen und Behalten. In: FRASE, L.T., ANDERSON, R.C. & BIDDLE, W.B.: Lernen aus Lehrtexten (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 18). Düsseldorf 1977

ANDERSON, R.C. , SPIRO, R.J. & MONTAGUE, W.E. (Eds.): Schooling and the Acquisition of Knowledge. Hillsdale, N.J. 1977

ASHBY, W.R.: Einführung in die Kybernetik. Frankfurt 1974

AUSUBEL, D.P.: A Cognitive-Structure Theory of School-Learning. In: SIEGEL, L. (Ed.): Instruction - Some contemporary viewpoints. Scranton, Penns. 1967, 207 - 257

AUSUBEL, D.P. & ROBINSON, F.G.: School Learning. London 1969

AUSUBEL, D.P.: Psychologie des Unterrichts, 2 Bde. Weinheim 1974

BACHMAIR, G.: Unterrichtsanalyse. Weinheim 1974

BACHMAIR, G.: Sequentielle Unterrichtsanalyse. Unterrichtswissenschaft, 1977, Nr. 2, 167 - 173

BARNES, B.R. & CLAWSON, E.U.: Do Advance Organizers facilitate Learning? Recommandations for further research based on an analysis of 32 studies. Review of Educ. Research, 1975, 45, 637 - 660

BAR-ON, E. & PERLBERG, A.: Der Facetten-Ansatz bei der Entwicklung einer Unterrichtstheorie. In: ZIFREUND, W. (Hg.): Training des Lehrverhaltens und Interaktionsanalyse. Weinheim 1976, 563 - 605

BARTLETT, F.C.: Remembering. Cambridge 1932

BAUERSFELD, H.: Forschung zum Prozeß des Mathematiklernens: Trend-Report. In: Forschungsbeiträge zum mathematischen Lehr-Lern-Prozeß. Ergebnisse der Pilotphase zum KID-Projekt, Heft 2 (Schriftenreihe des IDM, 10/1977). Bielefeld 1977, 13 - 28

BAUMANN, H.U.: Methoden zur quantitativen Erfassung des Unterrichtsverhaltens. Bern 1974

BELLACK, A.A.: Methoden zur Beobachtung des Unterrichtsverhaltens von Lehrern und Schülern. In: WULF, Chr. (Hg.): Evaluation. München 1972, 211 - 238

BELLACK, A.A., KLIEBARD, H.M., HYMAN, R.T. & SMITH, F.L.: Die Sprache im Klassenzimmer. Düsseldorf 1974

BIDDLE, B.J.: Methoden und Konzeptionen der Unterrichtsforschung. In: DOHMEN, G. et al. (Hg.): Unterrichtsforschung und didaktische Theorie. München 1972, S. 61 - 85

BISHIR, J.W. & DREWES, D.W.: Mathematics in the Behavioral and Social Sciences. New York 1970

BLOCK, J.H. (Ed.): Mastery Learning: Theorie and Practice. New York 1971

BLOOM, B.S.: Alle Schüler schaffen es. betrifft: erziehung, 1970, H. 11, 15 - 27

BLOOM, B.S. (Hg.): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim 1972

BOGOJAWLENSKY, D.N. & MENTSCHINSKAJA, N.A.: Psychologische Probleme des Kenntniserwerbs in der Schule. Berlin 1962

BOURNE, L.E.: Human Conceptual Behavior. Boston 1966

BOURNE, L.E.: Learning and Utilization of Conceptual Rules. In: KLEINMUNTZ, B. (Ed.): Concepts and the Structure of Memory. New York 1967

BOURNE, L.E.: Knowing and Using Concepts. Psychological Review, 1970, 77, no. 6, 546 - 556

BOURNE, L.E.& O'BANION, K.: Conceptual Rule Learning and Chronological Age. Developmental Psychology, 1971, 5, 525 - 534

BOURNE, L.E., EKSTRAND, E.R. & DOMINOWSKI, R.L.: The Psychology of Thinking. Englewood Cliffs, N.J. 1971

BOURNE, L.E.: An Inference Model for Conceptual Rule learning. In: SOLSO, R.L. (Ed.): Theories in Cognitive Psychology: The Loyola Symposium. Potomac, Maryl. 1974, 231 - 256

BRACHT, G.H.: Experimentelle Faktoren in Beziehung zur Wechselwirkung zwischen Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden. In: SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht, 1975, 94 - 108

BRANSFORD, J.D. & FRANKS, J.J.: The Abstraction of Linguistic Ideas: A Review. Cognition, 1972, 1, 211 - 249

BRANSFORD, J.D. & JOHNSON, M.K.: Contextual Prerequisites for Unterstanding: Some Investigations of Comprehension and Recall. Journal of verbal Learning and verbal Behavior, 1972, 11, 717 - 726

BRANSFORD, J.D. & JOHNSON, M.K.: Considerations of some Problems of Comprehension. In: CHASE, W.G. (Ed.): Visual Information Processing. New York 1973

BRANSFORD, J.D. & McCARRELL, N.S.: A Sketch of a Cognitive Approach to Comprehension: Some Thoughts about what it means to comprehend. In: WEIMER, W.B. & PALERMO, D.S. (Eds.): Cognition and the Symbolic Processes. Hillsdale 1974

BREDENKAMP, J. & WIPPICH, W.: Lern- und Gedächtnispsychologie. 2 Bde. (a,b). Stuttgart 1977

BRUNER, J.S., GOODNOW, J.J. & AUSTIN, G.A.: A Study of Thinking. New York 1956

BRUNER, J.S.: Anmerkungen zu einer Unterrichtstheorie. In: BRUNER, J.S.: Entwurf einer Unterrichtstheorie. Berlin/Düsseldorf 1974

CARROLL, J.B.: Wörter, Bedeutungen, Begriffe. In: SPANHEL, D.(Hg.): Schülersprache und Lernprozesse. Düsseldorf 1973, 108 - 139 (a)

CARROLL, J.B.: Ein Modell schulischen Lernens. In: EDELSTEIN, W. & HOPF, D. (Hg.): Bedingungen des Bildungsprozesses. Stuttgart 1973, 234 - 250 (b)

CARROLL, J.B.: Lernerfolg für alle. In: HOFER, M. & WEINERT, F.E. (Hg.): Pädagogische Psychologie. Grundlagentexte 2. Frankfurt 1973, 124 - 135 (c)

CARROLL, J.B.: Unterrichtsmethoden und individuelle Unterschiede. In: SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht. München 1975, 59 - 63

CLARK, C.D.: Teaching Concepts in the Classroom. A Set of Teaching Prescriptions Derived from Experimental Research. Journal of Educ. Psychology (Monograph), 1971, 62, no. 3, 253 - 278

CLINCHY, B. & ROSENTHAL, K.: Analysis of Children's Errors. In: LESSER, G.S. (Ed.): Psychology and Educational Practice. Glenview, Ill. 1971, 90 - 129

COFER, C.N.: The Structure of Human Memory. S. Francisco 1976

COLLINS, A.M. & QUILLIAN, M.R.: Retrieval Time from Semantic Memory. Journal of verbal Learning and verbal Behavior, 1969, 8, 240 - 247

COMPUTER-GESELLSCHAFT KONSTANZ GmbH: FORTRAN-Sprachbeschreibung (System TR 440). Konstanz 1975[8]

CRAIK, F.I.M. & LOCKHART, R.S.: Levels of Processing: A Framework for Memory Research. Journal of verbal Learning and verbal Behavior, 1972, 11, 671 - 684

CRAIK, F.I.M.: A "Levels of Analysis" View of Memory. In: PLINER, L. et al. (Eds.): Communication and affect: Language and Thought. New York 1973

von CRANACH, M. & FRENZ, H.-G.: Systematische Beobachtung. In: GRAUMANN, C.F. (Hg.): Handbuch der Psychologie, Bd. 7.1, Sozialpsychologie: Theorien und Methoden. Göttingen 1969, 269 - 331

CRONBACH, L.J.: Die Logik von Experimenten über Entdeckung. In: NEBER, H. (Hg.): Entdeckendes Lernen. Weinheim 1973, 148 - 165

CRONBACH, L.J.: Wie kann Unterricht an individuelle Unterschiede angepaßt werden? In: SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht. München 1975, 42 - 58

CRONBACH, L.S. & SNOW, R.E.: Aptitudes and Instructional Methods. New York 1977

DAUM, W. & RODEHUTSCORD, H.: Überlegungen zu theoretischen Problemen der Dokumentation und Analyse von Unterricht. (Arbeitspapier). FEoLL, Institut f. Medienverbund/Mediendidaktik. Paderborn 1976

De CECCO, J.P.: The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology. Englewood Cliffs, N.J. 1968

De CECCO, J. P. (Ed.): The Psychology of Language, Thought, and Instruction. Readings. London 1969

DEPPE, W.: Formale Modelle in der Psychologie. Stuttgart 1977

DEUTSCHER BILDUNGSRAT: Strukturplan für das Bildungswesen. Stuttgart 1972[4]

DÖRNER, D., LUTZ, W. & MEURER, K.: Informationsverarbeitung beim Konzepterwerb. Zeitschr.f.Psychologie, 1967, 174, 194 - 230

DÖRNER, D.: Grundmuster begrifflicher Strukturen und eine Strategie der Unterrichtsforschung. In: FREY , K. & LANG, M. (Hg.): Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Bern 1973, 79 - 91

DÖRNER, D.: Die kognitive Organisation beim Problemlösen. Bern 1974

DÖRNER, D.: Kognitionstheoretische Aspekte der Darbietung von Lehrinhalten. In: FREY, K. (Hg.): Curriculum-Handbuch, Bd. 2. München 1975, 84 - 93

DÖRNER, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart 1976

DOHMEN, G., MAURER, F. & POPP, W. (Hg.): Unterrichtsforschung und didaktische Theorie. München 1972

DOMINOWSKI, R.L.: Characteristics of Thinking. In: MARX, M.H.(Ed.): Learning: Interactions. London 1970, Kap. 9

DOMINOWSKI, R.L.: How do People Discover Concepts. In: SOLSO, R. L. (Ed.): Theories in Cognitive Psychology: The Loyola Symposium. Potomac, Maryl. 1974, 257 - 288

DÖKER, H. & TAUSCH, R.: über die Wirkung der Veranschaulichung von Unterrichtsstoffen auf das Behalten. In: WEINERT, F. (Hg.): Pädagogische Psychologie. Köln 1970, 201 - 215

DUBIN, R. & TAVEGGIA, T.C.: Eine vergleichende Analyse der Unterrichtsmethoden an Colleges. In: MENCK, P. & THOMA, G.: Unterrichtsmethode. München 1972, 14 - 42

DUNKIN, M.J. & BIDDLE, B.J.: The Study of Teaching. New York 1974

DUNN, R.F.: Anxiety and verbal Concept Learning. Journal of exp. 1968, 76, 286 - 290

EDELSTEIN, W. & HOPF, D. (Hg.): Bedingungen des Bildungsprozesses. Stuttgart 1973

EIGLER, G.: Lernhierarchien. Unterrichtswissenschaft, 1976, H. 4

EINSIEDLER, W.: Lehrstrategien und Lernerfolg. Weinheim 1976

ERICKSON, J.R., ZAJOWSKI, M.M. & EHMANN, E.D.: All-or-non Assumptions in Concept Identification: Analysis of Latency Data. Journal of exp. Psychology, 1966, 72, 690 - 697

FARNHAM-DIGGORY, S.: Cognitive Processes in Education: A psychological Preparation for Teaching and Curriculum Development. New York 1973

FIEGUTH, G.: Die Entwicklung eines kategoriellen Beobachtungsschemas. In: MEES, U. & SELG, H. (Hg.): Verhaltensbeobachtung und Verhaltensmodifikation. Stuttgart 1977, 33 - 42

FLAHERTY, T.F. & FLAHERTY, J.J.: Intellectual Ability, Concept Rule, and Effectiveness of Selection and Reception as Methods of Stumulus Presentation. Psychological Reports, 1974, 34, 15 - 20

FLAMMER, A.: Kognitive Struktur und Lernsequenz. Fribourg 1974

FLAMMER, A.: Individuelle Unterschiede im Lernen. Weinheim 1975

FLAMMER, A.: Wechselwirkungen zwischen Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden. In: SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht. 1975, 27 - 41

FLANDERS, N.A.: Analyzing Teaching Behavior. Reading. Mass. 1970

FRECH, H.-W. & TEIGELER, P.: Zum Problem der Erfassung von Interaktionsprozessen im Unterricht. In: ECKENSBERGER, L.H. & ECKENSBERGER, U.S. (Hg.): Bericht über den 28. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Göttingen 1974, 175 - 188

FREY, K. & LANG, M. (Hg.): Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Bern 1973

FREY, K.: Kognitionspsychologie und Unterricht: Zum heutigen Stand der Kenntnisse und ihrer Implementation. In: FREY, K. & LANG, M. (Hg.): Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. Bern 1973, 20 - 51

FREY, K. (Hg.): Curriculum-Handbuch, 3 Bde. München 1975

FELDMAN, K.V.: The Effects of Number of Positive and Negative Instances, Concept Definition, and Emphasis of Relevant Attributes on the Attainment of Mathematical Concepts. Madison 1972

FUCHS, R., DERNER, N., MERTEN, R. & SPECHT, H.: Analytische Unterrichtsplanung. Mainz 1974[2]

GAENSSLEN, H. & SCHUBÖ, W.: Einfache und komplexe statistische Analyse. München 1973

GAGE, N.L. & BERLINER, D.C.: Pädagogische Psychologie. München 1977

GAGNE, R.M.: Die Bedingungen des menschlichen Lernens. Hannover 1973[3]

GAGNE, R.M.: Lernhierarchien. Unterrichtswissenschaft 1976, Nr. 4, 290 - 303

GEISSLER, H.G. & KLIX, F. (Hg.): Psychologische Analysen geistiger Prozesse. Berlin 1974

GLASER, R.: Concept Learning and Concept Teaching. In: GAGNE, R.M. & GEPHART, W.J. (Eds.): Learning Research and School Subjects. New York 1968, 1 - 60

GLASER, R.: Individuen und Lernen: Die neuen Schülermerkmale. In: SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht. München 1975, 109 - 126

GLASER, R. & RESNICK, L.B.: Unterrichtspsychologie 1972. In: GLASER, R., RESNICK, L.B. & Mc KEANCHIE, W.: Unterrichtspsychologie. (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 14). Düsseldorf 1975

GLASER, R.: Components of a Psychology of Instruction: Toward a Science of Design. Review of Educ. Research, 1976, 46, No 1, 1 - 24

GRAUMANN, C.F. & HECKHAUSEN, H. (Hg.): Pädagogische Psychologie.- Grundlagentexte 1: Entwicklung und Sozialisation. Frankfurt 1973

GUILFORD, J.P.: Drei Aspekte der intellektuellen Begabung. In: WEINERT, F. (Hg.): Pädagogische Psychologie. Köln 1970, 118 - 136

HANKE, B., MANDL, H. & PRELL, S.: Soziale Interaktion im Unterricht. München 1973

HARBORDT, S.: Computersimulation in den Sozialwissenschaften, Bd. 1. Reinbek 1974

HARNISCHFEGER, A. & WILEY, D.E.: Kernkonzepte des Schullernens. Zeitschr.f. Entwicklungspsychologie u. Pädagog. Psychologie, 1977, IX, 207 - 228

HECKHAUSEN, H.: Entwurf einer Psychologie des Spielens. In: GRAUMANN, C.F. & HECKHAUSEN, H. (Hg.): Pädagogische Psychologie - Grundlagentexte 1. Frankfurt 1973, 155 - 174

HERBIG, M.: Praxis lehrzielorientierter Tests. (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 15). Düsseldorf 1976

HILLER, J.H., FISHER, G.A. & KAESS, W.: A Computer Investigation of Verbal Characteristics of Effective Classroom Lecturing. American Educ. Research Journal, 1969, 6, 661 - 675

HILLER, J.H.: Verbal Response Indicators of Conceptual Vagueness. American Educ. Research Journal, 1971, 8, 159 - 161

HOFER, M. & WEINERT, F.E. (Hg.): Pädagogische Psychologie - Grundlagentexte 2: Lernen und Instruktion. Frankfurt 1973

HOFFMANN, J.: Gedächtnisleistungen in Begriffsbildungsprozessen. In: KLIX, F. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin 1976, 128 - 158

HOUGH, J.B. & DUNCAN, J.K.: Teaching: Description and Analysis. Reading, Mass. 1970

HUBER, G.L.: Begriffsbildung im Unterricht. Empirische Untersuchungen über Denkprozesse bei Schülern. München 1970

HUNT, E.B.: Concept Learning. An Information Processing Problem. New York 1962

HUNT, E.B., MARIN, J. & STONE, P.J.: Experiments in Induction. New York 1966

IRRLITZ, L.: Zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten bei der Aneignung von Begriffen im Heimatkundeunterricht. In: LOMPSCHER,J. et al. (Hg.): Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin 1972, 222 - 257

JOHNSON, D.M. & STRATTON, R.P.: Evaluation of Five Methods of Teaching Concepts. In: ANDERSON, R.C. et al. (Eds.): Current Research on Instruction. Englewood Cliffs, N.J. 1969, 242 - 248

KAGAN, J.: Motive und Entwicklung. In: EDELSTEIN, W. & HOPF,D. (Hg.): Bedingungen des Bildungsprozesses. Stuttgart 1973, 154 - 183

KAMINSKI, G.: Ordnungsstrukturen und Ordnungsprozesse. In: BERGIUS, R. (Hg.): Handbuch der Psychologie, Bd. I, 2. Halbbd.: Lernen und Denken. Göttingen 1964, 373 - 492

KEIL, W.: Psychologie des Unterrichts. München 1977

KENDLER, T.S., KENDLER, H.H. & LEARNARD, B.: Mediated Responses to Size and Brightness as a Function of Age. American Journal of Psychology, 1962, 75, 571 - 586

KENDLER, T.S., KENDLER, H.H. & SILFEN, C.K.: Optional Shift Behavior of Albino Rats. Psychonomic Science, 1964, 1, 5 - 6

KENDLER, T.S. & KENDLER, H.H.: An Ontogeny of Optional Shift Behavior. Child Development, 1970, 41, 1 - 27

KERN, H.J.: Verhaltensmodifikation in der Schule. Stuttgart 1974

KINTSCH, W.: The Representation of Meaning in Memory. Hillsdale 1974

KINTSCH, W., KOZMINSKY, E., STREBY, W.J., McKOON, G. & KEENAN,J.M.: Comprehension and Recall of Text as a Function of Content Variables. Journal of verbal Learning and verbal Behavior, 1975, 14, 196 - 214

KINTSCH, W.: Memory for Prose. In: COFER, Ch.N.(Ed.): The Structure of Human Memory, S. Francisco 1976, 90 - 113

KINTSCH, W.: Memory and Cognition. New York 1977

KLAHR, D. (Ed.): Cognition and Instruction. Hillsdale, N.J. 1976

KLAHR, D.: Designing a Learner: Some Questions. In: KLAHR D. (Ed.): Cognition and Instruction. Hillsdale, N.J. 1976, 325 - 332

KLAUER, K.J.: Das Experiment in der pädagogischen Forschung. (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 3). Düsseldorf 1973 (a)

KLAUER, K.J.: Revision des Erziehungsbegriffs. Grundlagen einer empirisch-rationalen Pädagogik. (=Studien zur Lehrforschung, Bd. 5). Düsseldorf 1973 (b)

KLAUER, K.J.: Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse. (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 10). Düsseldorf 1974

KLAUS, G.: Wörterbuch der Kybernetik, 2 Bde. Frankfurt/M. 1969

KLAUSMEIER, H.J., GHATALA, E.S. & FRAYER, D.A.: Conceptual Learning and Development - A Cognitive View. New York 1974

KLAUSMEIER, H.J. & RIPPLE, R.E.: Moderne Unterrichtspsychologie, Bd. 3. München 1975

KLIX, F. & KLAUSE, B.: Zur Definition des Begriffs "Struktur", seiner Eigenschaften und Darstellungsmöglichkeiten in der Experimentalpsychologie. Zeitschr.f. Psychologie, 1969, 176, 22 - 54

KLIX, F.: Information und Verhalten. Bern 1971

KLIX, F. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin 1976

KLIX, F.: Strukturelle und funktionelle Komponenten des menschlichen Gedächtnisses. In: KLIX, f. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin 1976a, 57 - 98

KLIX, F.: Ober Grundstrukturen und Funktionsprinzipien kognitiver Prozesse (Aspekte eines Zugangs zu Analyse und Synthese geistiger Leistungen). In: KLIX, F. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin 1976b, 9 - 56

KLIX, F.: Ober die notwendige und mögliche Ausdehnung von Begriffsbildungsanalysen auf komplexe Klassifizierungsleistungen. In: KLIX, F. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin 1976c, 159 - 170

KÖNIG, E. & RIEDEL, H.: Systemtheoretische Didaktik. Weinheim 1973

KÖTTER, L. & DÖRNER, D.: Simulation menschlicher Begriffsbildung. In: KROEBEL, W. (Hg.): Fortschritte der Kybernetik. München 1967

KÖTTER, L. & LANG, M.: Zur Informationsverarbeitung beim Konzeptlernen: Modellierung mit Berücksichtigung unterschiedlicher Variablengewichtung. Zeitschr.f. Psychologie, 1970, 178, 143 - 156

KOMULAINEN, E.: Investigations into the Instructional Process. IV. Teaching as a Stochastic Process. Research Bulletin, Institute of Education, University of Helsinki No 29. Helsinki 1971

KOMULAINEN, E.: Investigations into the Instructional Process: VIII. On the Problems of Variable Construction from FLANDER's Interaction Matrix with Special Emphasis on the Classroom Communication. Research Bulletin, Institute of Education, University of Helsinki, No 34, Helsinki 1973

KORNADT, H.J.: Ober die Entwicklung der Fachdidaktik zu einer Verhaltenswissenschaft und einige Voraussetzungen dazu. in: KORNADT, H.J.: Lehrziele, Schulleistung und Leistungsbeurteilung. (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 13). Düsseldorf 1975, 99 - 116

KOSKENNIEMI, M.: Elemente der Unterrichtstheorie. München 1971

KOSKENNIEMI, M. & KOMULAINEN, E.: Investigations into the Instructional Process: I. Some Methodological Problems. Research Bulletin, Institute of Education, University of Helsinki, No 29, Helsinki 1969

KOUNIN, J.S. et al.: Managing Emotionally Disturbed Children in Regular Classrooms. New York 1966

KRAUTH, J. & LIENERT, G.A.: Die Konfigurationsfrequenzanalyse und ihre Anwendung in Psychologie und Medizin. Ein multivariates nichtparametrisches Verfahren zur Aufdeckung von Typen und Syndromen. Freiburg 1973

KROHNE, H.W.: Schulangst - empirische Befunde, Erklärungsansätze, therapeutische Möglichkeiten. In: KROHNE, H.W. (Hg.): Fortschritte der Pädagogischen Psychologie. München 1975, 120 - 155

KUHN, Th.S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt/M. 1973

KUKLA, F.: Bedingungen für die Ausbildung und Ausprägung unscharfer Begriffe. In: KLIX, F. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin 1976, 213 - 253

LAUGHLIN, P.R.: Focusing Strategy for Eight Concept Rules.Journal of exp. Psychology, 1968, 77, 661 - 669

LAUGHLIN, P.R.: Selection versus Reception Concept - Attainment Paradigms for Individuals and Cooperative Pairs. Journal of Educ. Psychology, 1972, 63, 2, 116 - 122

LAWTON, J.T. & WANSKA, S.K.: Advance Organizers as a Teaching Strategy: A Reply to BARNES and CLAWSON. Review of Educ. Research, 1977, 47, 2, 233 - 244

LEHMANN, E.: Endliche homogene MARKOFF'sche Ketten. München 1973

LEHMANN, J. , LEHRKE, M. & LIND, G.: Grundlagen einer Technologie intrinsisch motivierten Lernens, Bd. 1. Kiel 1973

LINDSAY, P.H. & NORMAN, D.A.: Human Information Processing. New York 1972

LOHRIG, K.: Zur Analyse von Fehlern beim Begriffserwerb im Geometrieunterricht der Klassenstufe 6. Unveröff. Magisterarbeit; Saarbrücken 1977

LOMPSCHER, J.: Wesen und Struktur allgemeiner geistiger Fähigkeiten. In: LOMPSCHER, J. et al.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin 1972, 17 - 72

LOSER, F. & TERHART, E.: Vorüberlegungen zu einer Theorie des Lehrens. In: LOSER, F. & TERHART, E. (Hg.): Theorien des Lehrens. Stuttgart 1977

LUNDGREN, U.: Frame Factors and the Teaching Process: A Contribution to Curriculum Theory and Theory on Teaching. Stockholm 1972

LUNZER, E.A. & MORRIS, J.F. (Hg.): Das menschliche Lernen und seine Entwicklung. Stuttgart 1971

MARKLE, S.M. & TIEMANN, P.W.: Really Understanding Concepts: Or in frumious Pursuit of Jabberwock. Champaign, Ill. 1969

MARTIN, C. & OLSON, D.: Variety of Exemplars vs. linguistic contexts in Concept Attainment in young Children. Developmental Psychology, 1971, 5, 13 - 17

MATTHEWS, L.J. & PATTON, J.H.: Failure to shift following Disconfirmation in Concept Identification. Journal of exp. Psychology, 1975, 104, 91 - 94

McDONALD, F.J.: Educational Psychology. Belmont, Calif. 1965[2]

McKEACHIE, W.: Unterrichtspsychologie 1974. In: GLASER, R., RESNICK, L.B. & McKEACHIE, W.: Unterrichtspsychologie. (= Studien zur Lehrforschung, Bd. 14). Düsseldorf 1975

MEES, U. & SELG, H. (Hg.): Verhaltensbeobachtung und Verhaltensmodifikation. Stuttgart 1977

MEES, U.: Methodologische Probleme der Verhaltensbeobachtung in der natürlichen Umgebung: I. Zuverlässigkeit und Generalisierbarkeit von Beobachtungsdaten. In: MEES, U. & SELG, H. (Hg.): Verhaltensbeobachtung und Verhaltensmodifikation. Stuttgart 1977

MEDLEY, D.M. & MITZEL, H.E.: Verhalten im Unterricht. Seine Erfassung durch Beobachtungsverfahren. Bearbeitet von: SCHULZ,W. TESCHNER, W.P. & VOIGT, J. In: INGENKAMP, K. (Hg.): Handbuch der Unterrichtsforschung, Teil 1, Kap. 6. Weinheim 1970

MENGES, G.: Grundriß der Statistik. Teil 1: Theorie. Opladen 1972[2]

MERKENS, H.: Probleme und Schwierigkeiten bei der Beobachtung als einer empirischen Methode. Programmiertes Lernen, Unterrichtstechnologie und Unterrichtsforschung, 1972, 9, 75 - 82

MERKENS, H.: Methodologische Überlegungen zur Verbesserung der Forschungsmethoden bei der Unterrichtsanalyse. In: ROTH, L. & PETRAT, G. (Hg.): Unterrichtsanalysen in der Diskussion. Hannover 1974, 289 - 306

MERKENS, H.: Überlegungen zu einer Theorie der Beobachtung. Unterrichtswissenschaft, 1974, Nr. 2, 14 - 20

MERRILL, M.D. & TENNYSON, R.D.: The Effect of Types of positive and negative Examples on Learning Concepts in the Classroom. Washington 1971

MITTENECKER, E. & RAAB, E.: Informationstheorie für Psychologen. Göttingen 1973

NEBER, H. (Hg.): Entdeckendes Lernen. Weinheim 1973

NEWELL, A. & SIMON, H.A.: Human Problem Solving. Englewood Cliffs, N.J. 1972

NICKEL, H. & LANGHORST, E. (Hg.): Brennpunkte der Pädagogischen Psychologie. Bern/Stuttgart 1973

NIEGEMANN, H.M.: Ein mehrdimensionales Kategoriensystem zur Analyse des Lehrens und Lernens von Begriffen im Unterricht. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 1975. - Vorträge auf der 9. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 11. - 14. März 1975 in Saarbrücken. Hannover 1975, 138 - 142

NIEGEMANN, H.M.: Konzepterwerb durch Unterricht. Zur Anwendung kognitionstheoretischer Modelle für die Unterrichtsanalyse. (= Arbeitsberichte aus der Fachrichtung Erziehungswissenschaft II der Universität des Saarlandes, Nr. 2). Saarbrücken 1976

NIEGEMANN, H.M.: Lehrinhaltsbezogene Unterrichtsanalysen: Zur Operationalisierung einiger hypothetisch bedeutsamer Variablen in Lehr-/Lernprozessen. In: Institut für die Didaktik der Mathematik (Hg.): Forschungsbeiträge zum Mathematikunterricht I. S. 130 - 139, Materialien und Studien, Bd. 8. Bielefeld 1977

NORMAN, D.A., RUMELHART, D. et al.: Explorations in Cognition. San Francisco 1975

NORMAN, D.A., GENTNER, D.R. & STEVENS, A.L.: Comments on Learning Schemata and Memory Representation. In: KLAHR, D. (Ed.): Cognition and Instruction. Hillsdale, N.J., 1976, 177 - 196

NUTHALL, G.A.: An Experimental Comparison of Instructional Strategies in the Teaching of Concepts. Ph.D.-thesis (microfilm), University of Illinois, College of Education, 1966

NUTHALL, G.: An Experimental Comparison of Alternative Strategies for Teaching Concepts. In: American Educ. Research Journal, 1968, 5, 561 - 584

NUTHALL, G.A.: Ausgewählte neuere Untersuchungen zur Unterrichtsinteraktion und zum Lehrerverhalten. In: WULF, Chr. (Hg.): Evaluation. München 1972, 239 - 263

NUTHALL, G.A. & SNOOK, I.: Contemporary Models of Teaching. In: TRAVERS, R.M.W. (Ed.): Second Handbook of Research on Teaching. Chicago, 1973, 47 - 76

OERTER, R.: Psychologie des Denkens. Donauwörth 1971

ORTH, B.: Einführung in die Theorie des Messens. Stuttgart 1974

PETRAT, G. et al.: Prozeßorientierter Unterricht. München 1977

PIAGET, J.: Die Bildung des Zeitbegriffs. Zürick 1955

PIAGET, J., INHELDER, B. & SINCLAIR, H.: Gedächtnis und Intelligenz. Teilabdruck in: FURTH, H.G.: Intelligenz und Erkennen. Die Grundlagen der genetischen Erkenntnistheorie PIAGETs. Frankfurt/M. 1968, 220 - 232

POSNER, M.I.: Kognitive Psychologie. München 1976

POPPER, K.R.: Logik der Forschung. Tübingen 1969[3]

RESNICK, L.B.: Task Analysis in Instructional Design: Some Cases from Mathematics. In: KLAHR, D. (Ed.): Cognition and Instruction. Hillsdale, 1976, 51 - 80

ROEDER, B.: Die Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) nach KRAUTH und LIENERT. Ein handliches Verfahren zur Verarbeitung sozialwissenschaftlicher Daten, demonstriert an einem Beispiel. Kölner Zeitschrift f. Soziologie u. Sozialpsychologie, 1974, 26, 819 - 844

ROEDER, P.M. & SCHÖMER, G.: Unterricht als Sprachlernsituation. Düsseldorf 1976

ROMANOW, C.V.: Anxiety Level and Ego-Involvement as Factors in Concept Formation. Journal of exp. Psychology, 1958, 56, 166 - 173

ROSCH, E.H.: Natural Categories. Cognitive Psychology, 1973, 4, 328 - 350

ROSCH, E.H. & MERVIS, C.B.: Family Resemblances: Studies in the internal Structure of Categories. Cognitive Psychology, 1975, 7, 573 - 605

ROSENSHINE, B.: Teaching Behaviours and Student Achievement. London 1971

ROSENSHINE, B. & FURST, N.: The Use of direct Observation to Study Teaching. In: TRAVERS, R.M.W. (Ed.): Second Handbook of Research on Teaching. Chicago 1973, 122 - 183

RUMELHART, D.E., LINDSAY, P.H. & NORMAN, D.A.: A Process Modell for Long-Term Memory. In: TULVING, E. & DONALDSON, W. (Eds.): Organization of Memory. New York 1972, 198 - 246

RUMELHART, D.E.: Notes on a Schema for Stories. In: BOBROW & COLLINS, A. (Eds.): Representation and Understanding. 1975, 211 - 236

RUMELHART, D.E.: Introduction to Human Information Processing. New York 1977

SALATAS, H. & BOURNE, L.E.: Learning Conceptual Rules: III. Processes Contributing to Rule Difficulty. In: Memory and Cognition 1974, 2, 548 - 553

SCHNOTZ, W.: Lerndiagnose als Handlungsanalyse. Ein theoretischer und empirischer Beitrag zum Problem der Bestimmung individueller Lernzustände. Diss. Phil. Techn. Univers. Berlin 1978

SCHOTT, F.: Lehrstoffanalyse. (= Studien zur Lehrforschung, Bd.11). Düsseldorf 1975

SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht. Zur Wechselwirkung von Schülermerkmalen und Unterrichtsmethoden. München 1975

SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K.: Adaptiver Unterricht als Beitrag zu einer pädagogischen Ökologie. In: SCHWARZER, R. & STEINHAGEN, K. (Hg.): Adaptiver Unterricht. München 1975, 11 - 26

SHULMAN, L.S.: Pädagogische Forschung - Versuch einer Neufassung. Die Deutsche Schule 1974 66, H. 12, 798 - 809; 1975, 67, H. 1, 6 - 17

SIMON, A. & BOYER, E.G.: Mirrors for Behavior II. Vol B. Philadelphia, Penns. 1969[2]

SIMONS, H.: Intelligenz und Schulleistung. In: HOFER, M. & WEINERT, F.E. (Hg.): Pädagogische Psychologie - Grundlagentexte 2: Lernen und Instruktion. Frankfurt 1973, 136 - 150

SKEMP, R.R.: Schema-orientiertes Lernen im Bereich der Mathematik. In: LUNZER , E.A. & MORRIS, J.F. (Hg.): Das menschliche Lernen und seine Entwicklung. Stuttgart 1971, 434 - 459 (a)

SKEMP, R.R.: The Psychology of Learning Mathematics. Hermondsworth 1971 (b)

SMITH, B.O. & MEUX, M.O.: A Study of the Logic of Teaching. Urbana, Ill. 1970

SPANHEL, D. (Hg.): Schülersprache und Lernprozesse. Düsseldorf 1973

SPINNER, H.: Pluralismus als Erkenntnismodell. Frankfurt 1974

SPRUNG, L. & PÄTZOLD, H.: Zur Analyse der Informationsausnutzung bei begriffsanalogen Klassifizierungsleistungen. In: Bericht über den 2. Kongreß der Gesellschaft für Psychologie in der DDR, Berlin 1969

SPRUNG, L.: Komponentenanalyse des begriffsanalogen Klassifikationsverhaltens. Unveröff. Diss. Berlin 1970

STROBEL, R.: Zu Analysen des Erwerbs unscharfer Begriffe. In: GEISSLER, H.G. & KLIX, F. (Hg.): Psychologische Analysen geistiger Prozesse, Berlin 1974, 80 - 87

STROBEL, R.: Unscharfe Begriffe als Resultat kognitiver Prozesse. In: KLIX, F. (Hg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse, Berlin 1976, 171 - 212

SWANSON, J.E.: The Effects of Number of positive and negative Instances, Concept Definition, and Emphasis of relevant Attrivutes on the Attainment of Environmental concepts by sixth - grade Children. Madison, Wsc. 1972

TABA, H., LEVINE, S. & ELZEY, F.F.: Thinking in Elementary School Children. San Francisco 1964

TABA, H.: Teaching Strategies and cognitive Functioning in Elementary School Children. San Francisco 1966

TACK, W.H.: Mathematische Modelle in der Sozialpsychologie. In: GRAUMANN, C.f. (Hg.): Handbuch der Psychologie, Bd. 7: Sozialpsychologie. Göttingen 1972, 232 - 265

TENNYSON, R.D., WOOLLEY, F.R. & MERRILL, M.D.: Exemplar and non-exemplar Variables which produce Correct Concept Classification Behavior and Specified Classification Errors. Journal of Educ. Psychology, 1972, 63, 144 - 152

TRAVERS, R.M.W. (Ed.): Second Handbook of Research on Teaching. Chicago 1973

WALTER, H.: Einführung in die Unterrichtsforschung. Darmstadt 1977

WEINER, B.: Die Wirkung von Erfolg und Mißerfolg auf die Leistung. Bern/Stuttgart 1975

WEINERT, F. (Hg.): Pädagogische Psychologie. Köln 1970

WEINERT, F.E.: Instruktion als Optimierung von Lernprozessen; Teil I: Lehrmethoden. In: Funkkolleg Pädagogische Psychologie - Studienbegleitbrief 11. Weinheim 1973a

WEINERT, F.E.: Der Beitrag der Psychologie zu einer Theorie des Lehrens. In: Nickel, H. & LANGHORST, E. (Hg.): Brennpunkte der pädagogischen Psychologie. Bern/Stuttgart 1973b, 30 - 43

WELTNER, K.: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Quickborn 1970

WELTNER, K.: Die Rolle der Informationstheorie und der Graphentheorie bei der Analyse von Lehr- und Lernprozessen. In: KROHNE, H.W. (Hg.): Fortschritte der Pädagogischen Psychologie. München 1975

WHITE, R.M. & SCHMIDT, S.W.: Preresponse Interval vs. postinformative Feedback Intervals in Concept Identification. Journal of exp. Psychology, 1972, 94, 350 - 352

WHITE, R.M., WOODS, J.R. & WOZNIAK, W.: Effects of Interpolating a secondary Task during the intertrial Interval of a Concept Identification Problem. Memory and Cognition, 1975, 3, 648 - 652

WINNE, P.H. & MARX, R.W.: Recapitualizing Research on Teaching. Journal of Educ. Psychology, 1977, 69, No. 6, 668 - 678

WOODS, S.S., RESNICK, L.B. & GROEN, G.J.: An experimental Test of five Process Models for Subtraction. Journal of Educ. Psychology, 1975, 67, 17 - 21

WOODSON, M.I.Ch.E.: Seven Aspects of Teaching Concepts. Journal of Educ. Psychology, 1974, 66, 184 - 188

WRIGHT, C.J. & NUTHALL, G.: Relationships between Teacher Behaviors and Pupil Achievement in three experimental elementary Science Lessons. American Educ. Research Journal, 1970, 7, 477 - 491

WRIGHT, E.M.J. & PRICTOR, V.H.: Systematic Observations of verbal Interactions as a Method of Comparing Mathematics Lessons. St. Louis 1961

WULF, Chr. (Hg.): Evaluation. München 1972

9. ANHANG

9.1 Liste der bei den Unterrichtsaufzeichnungen verwendeten Geräte

1 Videorecorder SONY AV 3620 CE

2 Videokameras SONY 2/3 AVC 3250 CES

1 motorgesteuertes Vario-Objektiv

1 Weitwinkelobjektiv

1 Schwenk- und Neigekopf für 1 Videokamera

1 Video-Timer

1 Tonmischpult

3 FS-Monitore SONY CUM - 110 UET

6 Mikrophone

1 Steuergerät (Fernsteuerung Videokamera)

1 Kamerawahlschalter

1 Tonbandgerät GRUNDIG TK 222
div. Kabel und Zubehör
Video-Magnetbänder SONY V 62

ANHANG

9.2 Liste aller verwendeten Lehrinhalts-
Kategorien (mit Kodierung)

```
NICHT CODIERBAR
---------------
 *EBENE/E * =A01
 *PUNKT/P * =A02
 *HALBEBENE/F * =A03
 *GERADE/G * =A04
 *HALBGERADE/H * =A05
 *STRECKE/S * =A06
 *WINKEL/W * =A07
 *GEBILDE VON Q  GERADE N/Z * =A08
 *PUNKTMENGE/M * =A09
 *DREIECK/D * =A10
 (E,EBENE)= B01
 (P(I ),PUNKT)= B02
 ((Q )P,Q  PUNKTE)= B03
 (F,HALBEBENE)= B04
 ((Q )F,Q HALBEBENEN)= B05
 (G(I ),GERADE)= B06
 ((Q )G,Q GERADEN)= B07
 (S(I ),STRECKE)= B08
 (W(I ),WINKEL)= B09
 ((2)W(I ,J ),2 WINKEL)= B10
 ((Q )W,Q WINKEL)= B11
 (H(I ),HALBGERADE)= B12
 ((2)H(I ,J ), 2 HALBGERADEN)= B13
 ((Q )H,Q HALBGERADEN)= B14
 (Z(I ),GEBILDE VON GERADEN)= B15
 (M(I ),PUNKTMENGE)= B16
 ((2)M(I ,J ),2 PUNKTMENGEN)= B17
 (D(I ),DREIECK)= B18
 (W(I ),WINKEL)= B19
 (W(I ),WINKELFELD)= B20
 (WE(I ),GESTRECKTER WINKEL)= B21
 (IE,E,PUNKTMENGE)= C01
 (IE,F,PUNKTMENGE)= C02
 (IE,G(I ),PUNKTMENGE)= C03
 (IE,H(I ),PUNKTMENGE)= C04
 (IE,S(I ),PUNKTMENGE)= C05
 (IE,W(I ),PUNKTMENGE)= C06
 (IE,(2)W(I ,J ),WINKELPAAR(K ))= C07
 (IE,(2)*(I ,J ),NEBENWI.-PAAR(K )= C08
 (IE,SCHENKEL(I )DES WINKELS(J ),HALBGERADE(K ))= C09
 (IE,SCHEITEL(I )DES WINKELS(J ),PUNKT(K ))= C10
 (IE,*S15(I ,J ),GERADE(K ))= C11
 (IE,*S24(I ,J ),HALBEBENE)= C12
 (IE,*S23(I ,J ),DREIECK)= C13
 (IE,GESTRECKTER WINKEL,HALBEBENE)= C14
 (IE,(2)*C07(I ,J ),2 WINKELPAARE)= C15
 (IE,(2)*C08(I ,J ),2 NEBENWI.-PAARE)= C16
 (IE,(2 )*C07,Q  WINKELPAAREN)= C17
 (IE,(2)SCHENKEL(I ,J ), *G23(K ,L ))= C18
 (MERKMAL NEBENWI.-PAAR(I ): GEMEINS. SCHEITELP.(J ))= M01
 (MERKMAL NEBENWINKELP.(I ): GEMEINS. SCHENKEL(J ))= M02
 (MERKMAL NEBENWINKELP.(I ): *G20(J ,K ,L ))= M03
 (MERKMAL NEBENWINKELP.(I ): *G07(J ,K ))= M04
 (MERKMAL WINKELPAAR (I ): GEMEINS. SCHEITELP.(J ))= M05
 (MERKMAL WINKELPAAR (I ): GEMEINS. SCHENKEL(J ))= M06
 (MERKMAL WINKELPAAR (I ): *G20(J ,K ,L ))= M07
 (MERKMAL WINKELPAAR (I ): *G07(J ,K ))= M08
 (MERKMALE NEBENWINKELP. : M01,M02 )= M09
 (MERKMALE NEBENWINKELP. : M02,M03 )= M10
 (MERKMALE NEBENWINKELP. : M01,M02,M03 )= M11
 (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(I ,J ,K ):*M05 )= M12
 (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(I ,J ,K ):*M06 )= M13
 (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(I ,J ,K ):*M07 )= M14
 (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(I ,J ,K ): SCHST.(L ))= M15
 (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(I ,J ):*M01,NICHT*M01)= M16
 (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(I ,J )!*M02,NICHT*M02)= M17
 (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(I ,J )!*M03,NICHT*M03)= M18
 (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(I ,J )! SCHST.(K ))= M19
 (MERKMAL GERADE : AUSDEHNUNG ZWEISEIT. UNBEGRENZT)= M20
 (MERKMAL EBENE : AUSDEHNUNG ALLSEIT. UNBEGRENZT)= M21
 (MERKMAL WINKEL :NUR DURCH 2 SCHENKEL BEGRENZT)= M22
 (MERKMAL HALBGERADE : AUSDEHNUNG EINSEIT. BEGRENZT)= M23
 (MERKMAL WINKEL :NICHT BEGRENZT DURCH SCHNEIDENDE GERADE O. HALBGERADE O. AND. WINKEL)= M24
 (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(I ,J ,K ):*M05, *M06, *M07)= M25
 (HAT, E, Q  PUNKTE)= T01
 (HAT, F,Q  PUNKTE)= T02
 (HAT, G(I ),Q  PUNKTE)= T03
 (HAT, H(I ),Q  PUNKTE)= T04
 (HAT, S(I ),Q  PUNKTE)= T05
 (HAT, W(I ),Q  PUNKTE)= T06
```

```
(HAT, M(I ),SCHEITELPUNKT(J ))= T07
(HAT, M(I ),2 SCHENKEL(J ,K ))= T08
(HAT, M(I ), *G08(J ,K ,L ,M ))= T09
(HAT, H(I ),(UND,SCHEITELP.(J ),2 SCHENKEL(K ,L )))= T10
(HAT, W(I ),(UND,SCHEITELP.(J ),2 SCHENKEL(K ,L ), *G08(J ,K ,L ,M )))= T11
(HAT, WINKELPAAR(I ),(UND,W(J ),W(K )))= T12
(HAT, NEBENWINKELP.(I ),(UND,W(J ),W(K )))= T13
(HAT, WINKELPAAR(I ),2  SCHEITELPUNKTE)= T14
(HAT, WINKELPAAR(I ),2  SCHENKEL)= T15
(HAT, W(I ),SCHENKEL(J ))= T16
(HAT, M(I ), 2  PUNKTE)= T17
(TEILM.,G(I ),EBENE)= S01
(TEILM.,H(I ),EBENE)= S02
(TEILM.,S(I ),EBENE)= S03
(TEILM.,W(I ),EBENE)= S04
(TEILM.,H(I ),WINKEL(J ))= S05
(TEILM.,(UND,H(I ),H(J )),GERADE(K ))= S06
(TEILM.,WINKEL(I ),WINKEL(J ))= S07
(TEILM.,GESTRECKTER WINKEL(I ),EBENE)= S08
(TEILM.,(UND,M(I ),M(I )),EBENE)= S09
(TEILM.,MENGE A,MENGE B)= S10
(ELEMENT,P(I ),EBENE)= S11
(ELEMENT,P(I ),GERADE(J ))= S12
(ELEMENT,P(I ),HALBGERADE(J ))= S13
(ELEMENT,P(I ),WINKEL(J ))= S14
(VEREINIG.,H(I ),H(J ))= S15
(VEREINIG.,(UND,H(I ),H(J )),GERADE(K ))= S16
(VEREINIG.,H(I ),H(J ) = S17
(VEREINIG.,(UND,W(I ),H(J )),HALBEBENE)= S18
(VEREINIG.,NEBENWINKEL(I ,J ),GESTR. WINKEL(K ))= S19
(SCHNITTM.,(UND,W(I ),H(J )),PUNKTM.(K ))= S20
(SCHNITTM.,(UND,W(I ),H(J )),2  HALBGERADE/M(K ,L ))= S21
(SCHNITTM.,(UND,W(I ),H(J )),DREIECK(K ))= S22
(SCHNITTM.,H(I ),H(J ))= S23
(VEREINIG.,NEBENWINKEL(I ,J ))= S24
(DIFF.-MENGE,(UND,EBENE,H(I )),WINKEL(J ))= S25
(SCHNITTM.,M(I ),M(J ))= S26
(VEREINIG.,M(I ),M(J ))= S27
(TEILM.,M(I ),M(J ))= S28
(TEILM.,Q  M,M(I ))= S29
(TEILM.,M(I ),EBENE)= S30
(SCHNITTM.,(UND,W(I ),H(J )), *S15(K ,L ))= S31
(LOCIIN,W(I ),EBENE)= G01
(LOCIIN,Q  WINKEL,EBENE)= G02
(LOCIIN,Q  WINKEL,RAUM)= G03
(LOCIIN,G(I ),EBENE)= G04
(LOCIAUF, P(I ),HALBGERADE(J ) =G05
(LOCIAUF, P(I ),GERADE(J ) =G06
(LOCINEBEN, H(I ),H(J ))= G07
(LOCIZWISCHEN, M(I ), *G15(J ,K ,L ))= G08
(TEILEN, G(I ),M(J ), 2 MENGEN(K ,L ))= G09
(TEILEN, H(I ),M(J ), 2 MENGEN(K ,L ))= G10
(TEILEN, S(I ),M(J ), 2 MENGEN(K ,L ))= G11
(TEILEN,(2)M(I ,J ),M(K ), 2 MENGEN(L ,M ))= G12
(TEILEN, G(I ),EBENE, 2 HALBEBENEN)= G13
(TEILEN, *G15(I ,J ,K ),EBENE, 2 PUNKTMENGEN(L ,M ))= G14
(AUSGEHEN VON, 2 H(I ,J ),PUNKT(K ))= G15
(TEILEN,P(I ),G(J ), 2 HALBGERADEN(K ,L ))= G16
(AUSGEHEN VON, H(I ), P(J ))= G17
(ERZEUGEN, H(I ),WINKEL(J ))= G18
(ERZEUGEN, *G15(I ,J ,K ),2  WINKEL(L ,M ,N ))= G19
(ERZEUGEN, *S15(I ,J ), GERADE(K ))= G20
(AUSGEHEN VON, H(I ), *G06(J ,K ))= G21
(ERZEUGEN, *G21(I ,J ,K ), 2 WINKEL(L ,M ))= G22
(LOCIDURCH, G(I ), P(J ))= G23
(ERZEUGEN,(UND,W(I ),H(J )),HALBEBENE)= G25
(MERKMAL WINKEL :NICHT BEGRENZT DURCH SCHNEIDENDE GERADE O, HALBGERADE O, AND, WINKEL)= M24
(MERKMAL HALBGERADE : AUSDEHNUNG EINSEIT. BEGRENZT)= M23
(LOCIIN, P(I ),WINKEL(J ))= G30
(BEGRENZEN,(UND,H(I ),H(J )),WINKEL(K ))= G31
(BEZ,*SCHEITEL*, P(I ))= W01
(BEZ,*SCHENKEL*,(UND,H(I ),H(J )))= W02
(BEZ,*WINKELFELD*, *G08(I ,J ,K ,L ))= W03
(BEZ,*NEBENWINKELPAAR*,(UND,W(I ),W(J )))= W04
(BEZ,*NEBENWINKEL ZUEINANDER*,(UND,W(I ),W(J )))= W05
(BEZ,*GEMEINS. SCHEITEL*,(UND, *T07(I ,J ),*T07(K ,J )))= W06
(BEZ,*GEMEINS. SCHENKEL*,(UND, *T16(I ,J ),*T16(K ,J )))= W07
(BEZ,*WINKEL*, *G14(I ,J ,K ,L ,M ))= W08
(BEZ,*GESTRECKTER WINKEL*, *S24(I ,J ))= W09
(BEZ,*DREIECK*, *S20(I ,J ,K ))= W10
```

```
(SYMB,*ALPHA,BETA,GAMMA,...*, WINKEL)= A11
(IE, SYMB,*ALPHA,BETA,GAMMA,...*, GRIECH,BUCHSTABEN)= A12
(SYMB,*GRIECH. BUCHSTABE/N*, A(I ))= A13
(SYMB,*S*, SCHEITELPUNKT(I ))= A14
(SYMB,*H*, SCHENKEL/HALBGERADE(I ))= A15
(SYMB,*ALPHA, S , H1 , H2 *, WINKEL U. TEILE)= A16
(SYMB,*E*, EBENE)= A17
(SYMB,*EPSILON*, ELEMENTRELATION)= A18
(SYMB,*< *, TEILMENGENRELATION)= A19
(SYMB,*GROSSBUCHSTABEN*, MENGEN)= A20
(SYMB,*<KLEINBUCHSTABEN*, ELEMENTE)= A21
(DEF,: ZWEI HALBGERADE H1 UND H2,DIE VON EINEM PUNKT S AUSGEHEN, TEILEN DIE EBENE E
    IN ZWEI TEILMENGEN *ALPHA* UND *BETA*.*ALPHA* UND *BETA* HEISSEN WINKEL. )= D01
(DEF,: PUNKT S HEISST SCHEITEL DES WINKELS.)=D02
(DEF,: H1 UND H2 HEISSEN SCHENKEL DES WINKELS.)= D03
(DEF,: WINKEL SIND UNENDLICHE PUNKTMENGEN.)= D04
(TEXT: (UND,*D01,*D02,*D03,*D04))= D05
(DEF,: ZWEI WINKEL HEISSEN NEBENWINKEL,WENN SIE DEN SCHEITEL UND EINEN SCHENKEL
    GEMEINSAM HABEN UND DIE VEREINIGUNG DER BEIDEN ANDEREN SCHENKEL
     EINE GERADE BILDET. )= D06
(DEF,: DIE VEREINIGUNG ZWEIER NEBENWINKEL HEISST GESTRECKTER WINKEL.
    EIN GESTRECKTER WINKEL IST EINE HALBEBENE.)= D07
(BEGRUENDUNG: *C08(I ,J ), *G07(I ,J ))= L01
(BEGRUENDUNG: *C06(I ,J ), *A11)= L02
(BEGRUENDUNG: NICHT*C03(I ,J ), NICHT*A01)= L03
(BEGRUENDUNG: NICHT*C03(I ,J ), NICHT*A02)= L04
(BEGRUENDUNG: NICHT*C03(I ,J ), NICHT*A11)= L05
(BEGRUENDUNG: NICHT*C03(I ,J ), NICHT*G07(I ,J ))= L06
(BEGRUENDUNG: NICHT*C03(I ,J ), NICHT*A03)= L07
(GROSSBUCHSTABEN,(UND, *C07(I ), *C07(J ), *C07(K )))= Z01
(GESTALT-ASSOZIATION: *SCHEITEL*)= Z02
(GESTALT-ASSOZIATION: *SCHENKEL*)= Z03
(GESTALT-ASSOZIATION: *WINKEL*)= Z04
(RELEVANTES MERKMAL: RAEUMLICHE LAGE/ANORDNUNG)= Z05
(GRENZBEISPIEL : *B09(I ,J ))= Z06
(GRENZBEISPIEL : *C08(I ,J ,K ))= Z07
STOP
```

ANHANG

9.3 FORTRAN-PROGRAMME ZUR UNTERRICHTSANALYSE

```
C     ***********************************************************************
C     [illegible]                                                          *
C     *     AUSGABE:  1.LISTE DER VORGEKOMMENEN CODIERUNGEN UND            *
C     *                 DEREN AUFTRETENSHAEUFIGKEITEN                       *
C     *               2.ANZAHL ZEITEINHEITEN                                *
C     *               3.W-WERT FUER JEDE ZEITEINHEIT                        *
C     *               4.UT-DIAGRAMM                                         *
C     *               5.UNTERRICHTSTEMPO (UT)                               *
C     *   AUTOR: H.M.NIEGEMANN    8/1977                                    *
C     ***********************************************************************
      INTEGER*2 MARK(350),IAS(350),NN,NUP,IZ,I,J,IK,END,IW,L,M,N,
     *BL1,BL3,J1,INTW,DIA(100),STAR,LIN(130),J2,IL,LB,LA
      REAL ICO(350),LIST(150,4),ZLIST(60),US,UT,W(100),ZAHL
     *,AW(100),SAR,SWA,IZEIT(350)
      DATA BL1,BL3,IZ,IK,END,ZAHL,LIST/1H ,3H   ,1,0,1HE,0.,600*1./
      DATA W,US,UT,ZLIST,INTW,DIA,STAR,LIN/100*0.,0.,0.,60*0.,0
     *,130*1H ,1H*,130*1H-/
      DATA  B,LA,AW,SAR,SWA/1HB,1HA,100*0.,0.,0./
      READ(12,17)NUP
   17 FORMAT(X,I2)
      REWIND 12
      [illegible]
      IF(NUP.EQ. 2)NN=98
      IF(NUP.EQ. 3)NN=295
      IF(NUP.EQ. 4)NN=125
      [illegible]
      IF(NUP.EQ. 7)NN=205
      IF(NUP.EQ. 8)NN=315
      IF(NUP.EQ. 9)NN=346
      IF(NUP.EQ.11)NN=90
      IF(NUP.EQ.25)NN=255
      DO 1 I=1,NN
    1 READ(12,18)IZEIT(I),MARK(I),IAS(I),ICO(I)
   18 FORMAT(4X,A2,2X,A1,X,A1,X,A3)
      DO 2 I=1,NN
      IF(IAS(I).EQ.BL1)GOTO888
      IF(ICO(I).EQ.BL3)GOTO888
      DO 3 J=1,IZ
      IF(ICO(I).NE.LIST(J,1))GOTO31
      LIST(J,2)=LIST(J,2)+1
      J1=J
      GOTO777
   31 J1=J
    3 CONTINUE
      J2=IZ
      IZ=IZ+1
      LIST(J2,1)=ICO(I)
      LIST(J2,4)=IZEIT(I)
  777 CONTINUE
      ZAHL=ZAHL+1.
      IF(J1.EQ.IZ)GOTO444
      IK=IK+1
      LIST(J1,3)=LIST(J1,2)/ZAHL
      ZLIST(IK)=1./(LIST(J1,3)*10.)
      GOTO 888
  444 IK=IK+1
      LIST(IZ,3)=LIST(IZ,2)/ZAHL
      ZLIST(IK)=1./(LIST(J,3)*10.)
  888 IF(MARK(I).EQ.B)GOTO666

      IF(MARK(I).EQ.LA)GOTO666
      IF(MARK(I).EQ.END)GOTO666
      GOTO 555
  666 IW=IW+1
      DO 4 K=1,IK
      W(IW)=W(IW)+ZLIST(K)
    4 ZLIST(K)=0.
      [illegible]
      IF(MARK(I).NE.END)GOTO 555
      DO 5 L=1,IW
    5 US=US+W(L)
      UT=US/IW
  555 CONTINUE
    2 CONTINUE
      WRITE(4,1110)NUP
       J6=IZ-1
```

```
000760       DO 6 M=1,J6
000770     6 WRITE(4,1111)LIST(M,1),LIST(M,2),LIST(M,4)
000780  1110 FORMAT(1H1,'LISTE DER VORGEKOMMENEN CODIERUNGEN UND DEREN
000790     $ AUFTRETENSHAEUFIGKEITEN'//X,'********** UNTERRICHTSPROTOK
000800     $OLL NR.:',I2,' **********'//)
000810  1111 FORMAT(1H ,A3,6X,F7.3,4X,A2)
000820       WRITE(4,2222)IW
000830  2222 FORMAT(1HO,'ANZAHL ZEITEINHEITEN :',I2,)/X'++++++++++++++
000840     $++++++++++'//)
000850       WRITE(4,3330)(LIN(JJ),JJ=1,J30)
000860       DO 7 N=1,IW
000870       WRITE(4,3333)N,W(N)
000880  C    INTW=(W(N)+1.)/2.
000890       INTW=(W(N)+1.)
000900       IF()NTW.EQ.0)GO1069
000910       DIA()NTW)=STAR
000920       WRITE(4,5555)(DIA(JL),JL=1,J30)
000930       DIA()NTW)=BL1
000940    69 CONT)NUE
000950     7 CONT)NUE
000960  3330 FORMAT(1H),'W-WERTE FUER ALLE ZEITEINHEITEN'/X,'---------
000970     $----------'///),I30A1)
000980  3333 FORMAT(1H ,I2,3X,F7.3,3X,1H!)
000990  5555 FORMAT(1H+,T17,I30A1)
001000       WRITE(4,4444)NUP,UT
001010  4444 FORMAT(1HC,' DAS UNTERRICHTSTEMPO FUER UNT.-PROTOKOLL
001020     $ NR.:',I2,' BETRAEGT   UT =',F7.3,'***'/X,'**********
001030     $ **'(**********)
001040       DO 11  J=1,IW
001050       AW(J)=W(J)-UT
001060    11 SQA=SQA+(AW(J)**2)
001070       VAR=SQA/IW
001080          SD=0.
001090        SD=SQRT(VAR)
001100       WRITE(4,6666)SD
001110  6666 FORMAT(1H ,'STANDARD-ABWEICHUNG DER W-WERTE:',F7.2,'****')
001120       STOP
001130       END
```

```
000010 C  ********************************************************************
000020 C  *  FORTRAN-PROGRAMM  LLBU - UNTERRICHTSANALYSE                      *
000030 C  *     1. AUSDRUCK VON STANDARD-UNTERRICHTSPROTOKOLLEN               *
000040 C  *     2. REPERTOIRE DER PROPOSITIONEN IN ZEITL. SEQUENZ             *
000050 C  *     3. AUSDRUCK EINES REDUZ. STD.-UNTERRICHTSPROTOKOLLS           *
000060 C  ********************************************************************
000070 C  *     AUTOR:  H.M.NIEGEMANN   7/1977                                *
000080 C  ********************************************************************
000090       INTEGER*2 NUP,UP,MARK(350),MED(350),IAS(350),VZ(350),
000100      1ATYP(350),AUS(350),NAUS(350),P1(350),PJ(350),PK(350),PL(350),
000110      2PM(350),PN(350),Q(350),R(350),SP(350),NB(350),B(350),SK,NAHL
000120       INTEGER*4 ZE(350),H1(350),H2(350)
000130       COMMON /COM1/NN,UP,MARK,NAHL
000140       COMMON /COM2/MED,IAS,VZ,ATYP,AUS,NAUS
000150       COMMON /COM3/P1,PJ,PK,PL,PM,PN,Q,R
000160       COMMON /COM4/SP,B,NB
000170       COMMON /COM5/ZE,H1,H2
000180       DATA P1,PJ,PK,PL,PM,PN/350*2H**,350*2H**,350*2H**,350*2H**,350*2H*
000190      *,350*2H**/
000200       DATA NAHL/0/
000210 C EINLESEN DER NUMMER DES UNTERRICHTSPROTOKOLLS
000220       READ(13,20)NUP
000230    20 FORMAT(X,I2)
000240       REWIND 13
000260       IF(NUP.EQ. 1)NN=292
000270       IF(NUP.EQ. 2)NN=98
000280       IF(NUP.EQ. 3)NN=225
000290       IF(NUP.EQ. 4)NN=125
000300       IF(NUP.EQ. 5)NN=157
000310       IF(NUP.EQ. 7)NN=235
000320       IF(NUP.EQ. 8)NN=315
000330       IF(NUP.EQ. 9)NN=346
000340       IF(NUP.EQ.11)NN=70
000350 C EINLESEN DER ROHDATEN ( CODIERUNGEN )
000360       DO 1 I=1,NN
000370       READ(13,999)UP,ZE(I),MARK(I),MED(I),IAS(I),VZ(I),ATYP(I),AUS(I),NA
000380      &US(I),P1(I),PJ(I),PK(I),PL(I),PM(I),PN(I),Q(I),R(I),H1(I),H2(I),SP
000390      7(I),B(I),NB(I)
000400     1 CONTINUE
000410 C ABFRAGE DER GEWUENSCHTEN AUFGABE
000420    23 WRITE(9,22)
000430       READ(5,24)NAHL
000440       IF(NAHL.EQ.0)GOTO 29
000450       CALL TEXTA
000460       GOTO 23

000470    24 FORMAT(I1)
000480    22 FORMAT(1H ,' ABFRAGE DES GEWUENSCHTEN AUSDRUCKS  !'/1X,'GESAMTCODIE
000490      &RUNG:STANDARD-UNTERRICHTSPROTOKOLL      = 1'/X,'REPERTOIRE PROPOSIT
000500      &IONEN IN ZEITL. SEQUENZ=2'/X,'REDUZIERTES STD.-UNTERRICHTSPROTO
000510      &KOLL (NUR PROPOSITIONEN)=3'//,'
000520      &KEIN WEITERER AUSDRUCK GEWUENSCHT =0'//)
000530  999 FORMAT(X,I2,1X,I3,2X,A1,3A1,A1,I2,A1,8A2,2A3,A2,2A1)
000540    29 CONTINUE
000550       STOP
000560       END
000570 C DAS UNTERPROGRAMM 'TEXTA' UEBERSETZT DIE EINGELESENEN SYMBOLE ZUM TEIL
000580 C IN PROPOSITIONEN -- JE NACH GEWAEHLTEM AUSDRUCK WIRD EIN
000590 C STANDARD-UNTERRICHTSPROTOKOLL IN VOLLSTAENDIGER ODER REDUZIERTER FORM
000600 C ODER DAS REPERTOIRE DER PROPOSITIONEN AUSGEDRUCKT !
000610       SUBROUTINE TEXTA
000620       INTEGER*2 UP,IPRO, MARK(350),MED(350),IAS(350),VZ(350),ATYP(350),
000630      AAUS(350),NAUS(350),P1(350),PJ(350),PK(350),PL(350),PM(350),PN(350)
000640      B,Q(350),R(350),SP(350),NB(350), B(350),BL2,          NX,NT,NF,BL1
000650      C,BL3,TYPL,   END,EZE,TYPA,TYPB,TYPC,TYPM,TYPS,TYPT,TYPG,TYPW,TYPD,
000660      DTYPZ,TYPN,TYP0,STAR(115)          ,NAHL,AUX,XTYP,LTYP(150),LAUS(15
000670      A0)
000680       INTEGER*4 ZE(350),H1(350),H2(350),BL3,BL4
000690       LOGICAL LOG1,LOG2,TRUE,FALSE,IST
000700       COMMON /COM1/NN,UP,MARK,NAHL
000710       COMMON /COM2/MED,IAS,VZ,ATYP,AUS,NAUS
000720       COMMON /COM3/P1,PJ,PK,PL,PM,PN,Q,R
000730       COMMON /COM4/SP,B,NB
000740       COMMON/COM5/ZE,H1,H2
000750 C VORBELEGEN DER VARIABLEN UND FELDER
000760       DATA NX,NT,NF,P1 ),BL2,BL3,BL4,END,EZE,TYPA,TYPB,TYPC,TYPM,TYPS,TYP
000770      ET,TYPG,TYPW,TYPD,TYPL,TYP2,TYPN,TYP0/1HX,1HT,1HN,1H ,2H  ,3H  ,4H
000780      F    ,1HE,1HA,1HA,1HB,1HC,1HK,1HS,1HT,1HG,1HW,1HD,1HL,1HZ,1HN,1H /
000790       DATA STAR/115*1H!/
000800       DATA I2,LL,N2,KK/1,1,1,1/
000810       DATA TRUE,FALSE/.TRUE.,.FALSE./
000820        DATA IPRO/1H1/
000830       GOTO(10001,10002,10003),NAHL
000840 10001 WRITE(4,5500)UP
000850        N1=NN
000860       GOTO 11111
000870 10002 WRITE(4,6600)UP
000880       N1=NN
000890       GOTO 11111
```

```
000900  10002 WRITE(4,88888)UP                                                  201600
000910  22222 DO 2 L=1,NU
000920        DO 4 K=1,LL
000930        LOG1=FALSE
000940        LOG2=FALSE
000950        IF(LTYP(K).EQ.ATYP(L))LOG1=TRUE
000960        IF(LAUS(K).EQ.AUS(L))LOG2=TRUE
000970
000980        IF(LOG1.AND.LOG2)GOTO54321
000990      4 CONTINUE                                                          201700
001000        LTYP(LL)=ATYP(L)                                                  201710
001010        LAUS(LL)=AUS(L)                                                   201710
001020        LL=LL+1                                                           201711
001030        NJ=LL
001040  54321 CONTINUE                                                          201712
001050      2 CONTINUE                                                          201713
001060  11111 DO 1 J=1,NJ                                                       201714
001070        GOTO(77101,444,77103),WAHL                                        201715
001080  77101 WRITE(4,5501)ZE(J),MED(J),IAS(J)                                  201716
001090  77103 IF(VZ(J).EQ.NF)GOTO111                                            201717
001100        IF(VZ(J).EQ.NT)GOTO222                                            201718
001110        IF(VZ(J).EQ.NX)GOTO333                                            201720
001120        GOTO 666                                                          201730
001130    111 WRITE(4,20111)                                                    201740
001140         GOTO 444                                                         201750
001150    222 WRITE(4,20222)                                                    201760



001160        GOTO 444
001170    333 WRITE(4,20333)                                                    201770
001180        GOTO 444
001190    666 WRITE(4,20666)
001200    444 GOTO(4441,4442,4441),WAHL                                         201780
001210        STOP'WAHL KLEINER 1  ! '                                          201780
001220   4441 XTYP=ATYP(J)                                                      201781
001230        AUX=AUS(J)                                                        201782
001240        GOTO12345                                                         201783
001250   4442 IF(IAS(J).EQ.BL1 )GOTO7777
001260        CONTINUE
001270        XTYP=LTYP(J)                                                      201784
001280        AUX=LAUS(J)                                                       201785
001290        GOTO12345                                                         201786
001300  12345 IF(XTYP    .EQ.TYPA)GOTO150                                       201800
001310        IF(XTYP    .EQ.TYPB)GOTO151                                       201900
001320        IF(XTYP    .EQ.TYPC)GOTO152                                       202000
001330        IF(XTYP    .EQ.TYPM)GOTO153                                       202100
001340        IF(XTYP    .EQ.TYPT)GOTO154                                       202200
001350        IF(XTYP    .EQ.TYPS)GOTO155                                       202300
001360        IF(XTYP    .EQ.TYPG)GOTO156                                       202400
001370        IF(XTYP    .EQ.TYPW)GOTO157                                       202500
001380        IF(XTYP    .EQ.TYPD)GOTO158                                       202600
001390        IF(XTYP    .EQ.TYPL)GOTO159                                       202700
001400        IF(XTYP    .EQ.TYPZ)GOTO160                                       202800
001410        IF(XTYP    .EQ.TYPN)GOTO161                                       202900
001420        IF(XTYP    .EQ.TYPO)GOTO162                                       203000
001430        WRITE(4,14547)XTYP                                                203100
001440        GOTO 7777
001450    150 GOTO(101,102,103,104,105,106,107,108,109,110),AUX                 203200
001460    151 GOTO(201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,  203300
001470       *216,217,218,219,220,221),AUX                                      203400
001480    152 GOTO(301,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,  203500
001490       *316,317,318),AUX                                                  203600
001500    153 GOTO(401,402,403,404,405,406,407,408,409,410,411,412,413,414,415,  203700
001510       *416,417,418,419,420,421,422,423,424,425),AUX                      203800
001520    154 GOTO(501,502,503,504,505,506,507,508,509,510,511,512,513,514,515,  203900
001530       *516,517),AUX                                                      204000
001540    155 GOTO(601,602,603,604,605,606,607,608,609,610,611,612,613,614,615,  204100
001550       *616,617,618,619,620,621,622,623,624,625,626,627,628,629,630,631),A 204200
001560       XUX                                                               2043
001570    156 GOTO(701,702,703,704,705,706,707,708,709,710,711,712,713,714,715,  204400
001580       *716,717,718,719,720,721,722,723,724,725,726,727,728,729,730,731),A 204500
001590       XUX                                                               204600
001600    157 GOTO(801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812,813,814,815,  204700
001610       *816,817,818,819,820,821),AUX                                      204800
001620    158 GOTO(901,902,903,904,905,906,907),AUX                             204900
001630    159 GOTO(1001,1002,1003,1004,1005,1006,1007),AUX                      205000
001640    160 GOTO(1101,1102,1103,1104,1105,1106,1107,729),AUX
001650        WRITE(4,14549)                                                    !
001660  14549 FORMAT(' CODIERUNG NICHT INTERPRETIERBAR !!!!!!!!!!!!'//)
001670        GOTO 7777
001680    161 WRITE(4,10161)                                                    205200
001690        GOTO7777                                                          205210
001700    162 WRITE(4,10162)                                                    205300
001710        GOTO7777                                                          205310
001720    101 WRITE(4,10101)                                                    205400
001730        GOTO7777                                                          205410
001740    102 WRITE(4,10102)                                                    205500
001750        GOTO7777                                                          205510
```

```
001760    103 WRITE(4,10103)                                                205600
001770        GOTO7777                                                      205610
001780    104 WRITE(4,10104)                                                205700
001790        GOTO7777                                                      205710
001800    105 WRITE(4,10105)                                                205800
001810        GOTO7777                                                      205810
001820    106 WRITE(4,10106)                                                205900
001830        GOTO7777                                                      205910
001840    107 WRITE(4,10107)                                                206000

001850        GOTO7777                                                      206010
001860    108 WRITE(4,10108)Q(J)                                            206100
001870        GOTO7777                                                      206110
001880    109 WRITE(4,10109)                                                206200
001890        GOTO7777                                                      206210
001900    110 WRITE(4,10110)                                                206300
001910        GOTO7777                                                      206310
001920    201 WRITE(4,10201)                                                206400
001930        GOTO7777                                                      206410
001940    202 WRITE(4,10202)PJ(J)                                           206500
001950        GOTO7777                                                      206510
001960    203 WRITE(4,10203)Q(J),Q(J)                                       206600
001970        GOTO7777                                                      206610
001980    204 WRITE(4,10204)                                                206700
001990        GOTO7777                                                      206710
002000    205 WRITE(4,10205)Q(J),Q(J)                                       206800
002010        GOTO7777                                                      206810
002020    206 WRITE(4,10206)PJ(J)                                           206900
002030        GOTO7777                                                      206910
002040    207 WRITE(4,10207)Q(J),Q(J)                                       207000
002050        GOTO7777                                                      207010
002060    208 WRITE(4,10208)PJ(J)                                           207100
002070        GOTO7777                                                      207110
002080    209 WRITE(4,10209)PJ(J)                                           207200
002090        GOTO7777                                                      207210
002100    210 WRITE(4,10210)PJ(J),PJ(J)                                     207300
002110        GOTO7777                                                      207310
002120    211 WRITE(4,10211)Q(J),Q(J)                                       207400
002130        GOTO7777                                                      207410
002140    212 WRITE(4,10212)PJ(J)                                           207500
002150        GOTO7777                                                      207510
002160    213 WRITE(4,10213)PJ(J),PJ(J)                                     207600
002170        GOTO7777                                                      207610
002180    214 WRITE(4,10214)Q(J),Q(J)                                       207700
002190        GOTO7777                                                      207710
002200    215 WRITE(4,10215)PJ(J)                                           207800
002210        GOTO7777                                                      207810
002220    216 WRITE(4,10216)PJ(J)                                           207900
002230        GOTO7777                                                      207910
002240    217 WRITE(4,10217)PJ(J),PJ(J)                                     208000
002250        GOTO7777                                                      208010
002260    218 WRITE(4,10218)PJ(J)                                           208100
002270        GOTO7777                                                      208110
002280    219 WRITE(4,10219)PJ(J)                                           208200
002290        GOTO7777                                                      208210
002300    220 WRITE(4,10220)PJ(J)                                           208300
002310        GOTO7777                                                      208310
002320    221 WRITE(4,10221)PJ(J)                                           208400
002330        GOTO7777                                                      208410
002340    301 WRITE(4,10301)                                                208500
002350        GOTO7777                                                      208510
002360    302 WRITE(4,10302)                                                208600
002370        GOTO7777                                                      208610
002380    303 WRITE(4,10303)PJ(J)                                           208700
002390        GOTO7777                                                      208710
002400    304 WRITE(4,10304)PJ(J)                                           208800
002410        GOTO7777                                                      208810
002420    305 WRITE(4,10305)PJ(J)                                           208900
002430        GOTO7777                                                      208910
002440    306 WRITE(4,10306)PJ(J)                                           209000
002450        GOTO7777                                                      209010
002460    307 WRITE(4,10307)PJ(J),PJ(J),PK(J)                               209100
002470        GOTO7777                                                      209110
002480    308 WRITE(4,10308)PJ(J),PJ(J),PK(J)                               209200
002490        GOTO7777                                                      209210
002500    309 WRITE(4,10309)PJ(J),PJ(J),PK(J)                               209300
002510        GOTO7777                                                      209310
002520    310 WRITE(4,10310)PJ(J),PJ(J),PK(J)                               209400
002530        GOTO7777                                                      209410
```

```
002540     311 WRITE(4,10311)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  209500
002550         GOTO7777                                                         209510
002560     312 WRITE(4,10312)PI(J),PJ(J)                                        209600
002570         GOTO7777                                                         209610
002580     313 WRITE(4,10313)PI(J),PJ(J)                                        209700
002590         GOTO7777                                                         209710
002600     314 WRITE(4,10314)                                                   209800
002610         GOTO7777                                                         209810
002620     315 WRITE(4,10315)PI(J),PJ(J)                                        209900
002630         GOTO7777                                                         209910
002640     316 WRITE(4,10316)PI(J),PJ(J)                                        210000
002650         GOTO7777                                                         210010
002660     317 WRITE(4,10317)Q(J),Q(J)                                          210100
002670         GOTO7777                                                         210110
002680     318 WRITE(4,10318)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                            210200
002690         GOTO7777                                                         210210
002700     401 WRITE(4,10401)PI(J),PJ(J)                                        210300
002710         GOTO7777                                                         210310
002720     402 WRITE(4,10402)PI(J),PJ(J)                                        210400
002730         GOTO7777                                                         210410
002740     403 WRITE(4,10403)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                            210500
002750         GOTO7777                                                         210510
002760     404 WRITE(4,10404)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  210600
002770         GOTO7777                                                         210610
002780     405 WRITE(4,10405)PI(J),PJ(J)                                        210700
002790         GOTO7777                                                         210710
002800     406 WRITE(4,10406)PI(J),PJ(J)                                        210800
002810         GOTO7777                                                         210810
002820     407 WRITE(4,10407)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                            210900
002830         GOTO7777                                                         210910
002840     408 WRITE(4,10408)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  211000
002850         GOTO7777                                                         211010
002860     409 WRITE(4,10409)                                                   211100
002870         GOTO7777                                                         211110
002880     410 WRITE(4,10410)                                                   211200
002890         GOTO7777                                                         211210
002900     411 WRITE(4,10411)                                                   211300
002910         GOTO7777                                                         211310
002920     412 WRITE(4,10412)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  211400
002930         GOTO7777                                                         211410
002940     413 WRITE(4,10413)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  211500
002950         GOTO7777                                                         211510
002960     414 WRITE(4,10414)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  211600
002970         GOTO7777                                                         211610
002980     415 WRITE(4,10415)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                            211700
002990         GOTO7777                                                         211710
003000     416 WRITE(4,10416)PI(J),PJ(J)                                        211800
003010         GOTO7777                                                         211810
003020     417 WRITE(4,10417)PI(J),PJ(J)                                        211900
003030         GOTO7777                                                         211910
003040     418 WRITE(4,10418)PI(J),PJ(J)                                        212000
003050         GOTO7777                                                         212010
003060     419 WRITE(4,10419)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  212100
003070         GOTO7777                                                         212110
003080     420 WRITE(4,10420)                                                   212200
003090         GOTO7777                                                         212210
003100     421 WRITE(4,10421)                                                   212300
003110         GOTO7777                                                         212310
003120     422 WRITE(4,10422)                                                   212400
003130         GOTO7777                                                         212410
003140     423 WRITE(4,10423)                                                   212500
003150         GOTO7777                                                         212510
003160     424 WRITE(4,10424)                                                   212600
003170         GOTO7777                                                         212610
003180     425 WRITE(4,10425)PI(J),PJ(J),PK(J)                                  212700
003190         GOTO7777                                                         212710
003200     501 WRITE(4,10501)Q(J)                                               212800
003210         GOTO7777                                                         212810
003220     502 WRITE(4,10502)Q(J)                                               212900
003230         GOTO7777                                                         212910
003240     503 WRITE(4,10503)PI(J),Q(J)                                         213000
003250         GOTO7777                                                         213010
003260     504 WRITE(4,10504)PI(J),Q(J)                                         213100
003270         GOTO7777                                                         213110
003280     505 WRITE(4,10505)PI(J),Q(J)                                         213200
003290         GOTO7777                                                         213210
003300     506 WRITE(4,10506)PI(J),Q(J)                                         213300
003310         GOTO7777                                                         213310
003320     507 WRITE(4,10507)PI(J),PJ(J)                                        213400
003330         GOTO7777                                                         213410
```

```
003940    508 WRITE(4,10508)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   213500
003950        GOTO7777                                                          213510
003960    509 WRITE(4,10509)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PM(J)                       213600
003970        GOTO7777                                                          213610
003980    510 WRITE(4,10510)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                             213700
003990        GOTO7777                                                          213710
004000    511 WRITE(4,10511)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PM(J)     213800
004010        GOTO7777                                                          213810
004020    512 WRITE(4,10512)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   213900
004030        GOTO7777                                                          213910
004040    513 WRITE(4,10513)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   214000
004050        GOTO7777                                                          214010
004060    514 WRITE(4,10514)PI(J),Q(J)                                          214100
004070        GOTO7777                                                          214110
004080    515 WRITE(4,10515)PI(J),Q(J)                                          214200
004090        GOTO7777                                                          214210
004100    516 WRITE(4,10516)PI(J),PJ(J)                                         214300
004110        GOTO7777                                                          214310
004120    517 WRITE(4,10517)PI(J),Q(J)                                          214400
004130        GOTO7777                                                          214410
004140    601 WRITE(4,10601)PI(J)                                               214500
004150        GOTO7777                                                          214510
004160    602 WRITE(4,10602)PI(J)                                               214600
004170        GOTO7777                                                          214610
004180    603 WRITE(4,10603)PI(J)                                               214700
004190        GOTO7777                                                          214710
004200    604 WRITE(4,10604)PI(J)                                               214800
004210        GOTO7777                                                          214810
004220    605 WRITE(4,10605)PI(J),PJ(J)                                         214900
004230        GOTO7777                                                          214910
004240    606 WRITE(4,10606)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   215000
004250        GOTO7777                                                          215010
004260    607 WRITE(4,10607)PI(J),PJ(J)                                         215100
004270        GOTO7777                                                          215110
004280    608 WRITE(4,10608)PI(J)                                               215200
004290        GOTO7777                                                          215210
004300    609 WRITE(4,10609)PI(J),PI(J)                                         215300
004310        GOTO7777                                                          215310
004320    610 WRITE(4,10610)                                                    215400
004330        GOTO7777                                                          215410
004340    611 WRITE(4,10611)PI(J)                                               215500
004350        GOTO7777                                                          215510
004360    612 WRITE(4,10612)PI(J),PJ(J)                                         215600
004370        GOTO7777                                                          215610
004380    613 WRITE(4,10613)PI(J),PJ(J)                                         215700
004390        GOTO7777                                                          215710
004400    614 WRITE(4,10614)PI(J),PJ(J)                                         215800
004410        GOTO7777                                                          215810
004420    615 WRITE(4,10615)PI(J),PJ(J)                                         215900
004430        GOTO7777                                                          215910
004440    616 WRITE(4,10616)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   216000
004450        GOTO7777                                                          216010
004460    617 WRITE(4,10617)PI(J),PJ(J)                                         216100
004470        GOTO7777                                                          216110
004480    618 WRITE(4,10618)PI(J),PJ(J)                                         216200
004490        GOTO7777                                                          216210
004500    619 WRITE(4,10619)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   216300
004510        GOTO7777                                                          216310


004520    620 WRITE(4,10620)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   216400
004530        GOTO7777                                                          216410
004540    621 WRITE(4,10621)PI(J),PJ(J),Q(J),PK(J),PL(J)                        216500
004550        GOTO7777                                                          216510
004560    622 WRITE(4,10622)PI(J),PJ(J),PK(J)                                   216600
004570        GOTO7777                                                          216610
004580    623 WRITE(4,10623)PI(J),PJ(J)                                         216700
004590        GOTO7777                                                          216710
004600    624 WRITE(4,10624)PI(J),PJ(J)                                         216800
004610        GOTO7777                                                          216810
004620    625 WRITE(4,10625)PI(J),PJ(J)                                         216900
004630        GOTO7777                                                          216910
004640    626 WRITE(4,10626)PI(J),PJ(J)                                         217000
004650        GOTO7777                                                          217010
004660    627 WRITE(4,10627)PI(J),PJ(J)                                         217100
004670        GOTO7777                                                          217110
004680    628 WRITE(4,10628)PI(J),PJ(J)                                         217200
004690        GOTO7777                                                          217210
004700    629 WRITE(4,10629)Q(J),PI(J)                                          217300
004710        GOTO7777                                                          217310
004720    630 WRITE(4,10630)PI(J)                                               217400
004730        GOTO7777                                                          217410
004740    631 WRITE(4,10631)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                             217500
```

```
004150          GOTO7777                                                        217510
004160    701   WRITE(4,10701)PI(J)                                             217600
004170          GOTO7777                                                        217610
004180    702   WRITE(4,10702)Q(J)                                              217700
004190          GOTO7777                                                        217710
004200    703   WRITE(4,10703)Q(J)                                              217800
004210          GOTO7777                                                        217810
004220    704   WRITE(4,10704)PI(J)                                             217900
004230          GOTO7777                                                        217910
004240    705   WRITE(4,10705)PI(J),PJ(J)                                       218000
004250          GOTO7777                                                        218010
004260    706   WRITE(4,10706)PI(J),PJ(J)                                       218100
004270          GOTO7777                                                        218110
004280    707   WRITE(4,10707)PI(J),PJ(J)                                       218200
004290          GOTO7777                                                        218210
004300    708   WRITE(4,10708)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                           218300
004310          GOTO7777                                                        218310
004320    709   WRITE(4,10709)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                           218400
004330          GOTO7777                                                        218410
004340    710   WRITE(4,10710)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                           218500
004350          GOTO7777                                                        218510
004360    711   WRITE(4,10711)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                           218600
004370          GOTO7777                                                        218610
004380    712   WRITE(4,10712)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PM(J)                     218700
004390          GOTO7777                                                        218710
004400    713   WRITE(4,10713)PI(J)                                             218800
004410          GOTO7777                                                        218810
004420    714   WRITE(4,10714)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PM(J)                     218900
004430          GOTO7777                                                        218910
004440    715   WRITE(4,10715)PI(J),PJ(J),PK(J)                                 219000
004450          GOTO7777                                                        219010
004460    716   WRITE(4,10716)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                           219100
004470          GOTO7777                                                        219110
004480    717   WRITE(4,10717)PI(J),PJ(J)                                       219200
004490          GOTO7777                                                        219210
004500    718   WRITE(4,10718)PI(J),PJ(J)                                       219300
004510          GOTO7777                                                        219310
004520    719   WRITE(4,10719)PI(J),PJ(J),PK(J),Q(J),PL(J),PM(J),PN(J)          219400
004530          GOTO7777                                                        219410
004540    720   WRITE(4,10720)PI(J),PJ(J),PK(J)                                 219500
004550          GOTO7777                                                        219510
004560    721   WRITE(4,10721)PI(J),PJ(J),PK(J)                                 219600
004570          GOTO7777                                                        219610
004580    722   WRITE(4,10722)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PM(J)                     219700
004590          GOTO7777                                                        219710
004600    723   WRITE(4,10723)PI(J),PJ(J)                                       219800

004610          GOTO7777                                                        219810
004620    724   WRITE(4,10724)                                                  219900
004630          GOTO7777                                                        219910
004640    725   WRITE(4,10725)PI(J),PJ(J)                                       220000
004650          GOTO7777                                                        220010
004660    726   WRITE(4,10421)                                                  220100
004670          GOTO7777                                                        220110
004680    727   WRITE(4,10420)                                                  220200
004690          GOTO7777                                                        220210
004700    728   WRITE(4,10424)                                                  220300
004710          GOTO7777                                                        220310
004720    729   WRITE(4,10423)                                                  220400
004730          GOTO7777                                                        220410
004740    730   WRITE(4,10730)PI(J),PJ(J)                                       220500
004750          GOTO7777                                                        220510
004760    731   WRITE(4,10731)PI(J),PJ(J),PK(J)                                 220600
004770          GOTO7777                                                        220610
004780    801   WRITE(4,10801)PI(J)                                             220700
004790          GOTO7777                                                        220710
004800    802   WRITE(4,10802)PI(J),PJ(J)                                       220800
004810          GOTO7777                                                        220810
004820    803   WRITE(4,10803)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J)                           220900
004830          GOTO7777                                                        220910
004840    804   WRITE(4,10804)PI(J),PJ(J)                                       221000
004850          GOTO7777                                                        221010
004860    805   WRITE(4,10805)PI(J),PJ(J)                                       221100
004870          GOTO7777                                                        221110
004880    806   WRITE(4,10806)PI(J),PJ(J),PK(J),PJ(J)                           221200
004890          GOTO7777                                                        221210
004900    807   WRITE(4,10807)PI(J),PJ(J),PK(J),PJ(J)                           221300
004910          GOTO7777                                                        221310
004920    808   WRITE(4,10808)PI(J),PJ(J),PK(J),PL(J),PM(J)                     221400
004930          GOTO7777                                                        221410
004940    809   WRITE(4,10809)PI(J),PJ(J)                                       221500
004950          GOTO7777                                                        221510
004960    810   WRITE(4,10810)PI(J),PJ(J),PK(J)                                 221600
004970          GOTO7777                                                        221610
004980    811   WRITE(4,10811)                                                  221700
```

```
        GOTO7777
  812   WRITE(4,10812)
        GOTO7777
  813   WRITE(4,10813)PI(J)
        GOTO7777
  814   WRITE(4,10814)PI(J)
        GOTO7777
  815   WRITE(4,10815)PI(J)
        GOTO7777
  816   WRITE(4,10816)
        GOTO7777
  817   WRITE(4,10817)
        GOTO7777
  818   WRITE(4,10818)
        GOTO7777
  819   WRITE(4,10819)
        GOTO7777
  820   WRITE(4,10820)
        GOTO7777
  821   WRITE(4,10821)
        GOTO7777
  901   WRITE(4,10901)
        GOTO7777
  902   WRITE(4,10902)
        GOTO7777
  903   WRITE(4,10903)
        GOTO7777
  904   WRITE(4,10904)
        GOTO7777
  905   WRITE(4,10905)
        GOTO7777

  906   WRITE(4,10906)
        GOTO7777
  907   WRITE(4,10907)
        GOTO7777
 1001   WRITE(4,11001)PI(J),PJ(J),PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1002   WRITE(4,11002)PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1003   WRITE(4,11003)PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1004   WRITE(4,11004)PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1005   WRITE(4,11005)PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1006   WRITE(4,11006)PI(J),PJ(J),PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1007   WRITE(4,11007)PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1101   WRITE(4,11101)PI(J),PJ(J),PK(J)
        GOTO7777
 1102   WRITE(4,11102)
        GOTO7777
 1103   WRITE(4,11103)
        GOTO7777
 1104   WRITE(4,11104)
        GOTO7777
 1105   WRITE(4,11105)
        GOTO7777
 1106   WRITE(4,11106)PI(J),PJ(J)
        GOTO7777
 1107   WRITE(4,11107)PI(J),PJ(J),PK(J)
        GOTO7777
 7777   CONTINUE
        GOTO(13579,2020,24680),WAHL
13579   WRITE(4,1200)NAUS(J),R(J), H1(J),H2(J),SP(J),B(J),NB(J)
24680   IF(MARK(J).EQ.EZE)GOTO2121
        GOTO2020
 2121   WRITE(4,1717)(STAR(L),L=1,115)
        WRITE(4,1818)IZ
        IZ=IZ+1
 2020   IF (MARK(J).EQ.END)GOTO17
 2345   CONTINUE
        WRITE(4,25555)
    1   CONTINUE
 5500   FORMAT(1H1,' ANALYSE DES UNTERRICHTSPROTOKOLLS NR.:',I2,X/X,'=====
       X==================================                          '//)
 1200   FORMAT(1H ,'NR.AUSS.:',A1,' * ','QUANTIF.: ',A2,' *  HANDL.(1,2):'
       *,X,A3,X,A3,' * SPEZ.: ',A2,' * ANZ.BEISP.BISHER: ',A2,' * ANZ.NICH
       *T-BEISP.BISHER: ',A2,' **')
 5501   FORMAT(1H0,I3,' * ',A1,'  * ',A1,'**')
25555   FORMAT(2H +)
```

```
005810  20111 FORMAT(1H ,T4,'NICHT')                                          225700
005820  20222 FORMAT(1H ,T4,'WAHR ')                                          225800
005830  20333 FORMAT(1H ,T4,'FRAGE')                                          225900
005840  20666 FORMAT(1H ,T4,'      ')                                         226000
005850  10161 FORMAT(1H*,T15,'NICHT CODIERBAR')                               226000
005860  10162 FORMAT(1H*,T15,'------')                                        226010
005870  10101 FORMAT(1H*,T15,' $EBENE/E $ =A01')                              226100
005880  10102 FORMAT(1H*,T15,' $PUNKT/P $ =A02')                              226200
005890  10103 FORMAT(1H*,T15,' $HALBEBENE/F $ =A03')                          226300
005900  10104 FORMAT(1H*,T15,' $GERADE/G $ =A04')                             226400
005910  10105 FORMAT(1H*,T15,' $HALBGERADE/H $ =A05')                         226500
005920  10106 FORMAT(1H*,T15,' $STRECKE/S $ =A06')                            226600
005930  10107 FORMAT(1H*,T15,' $WINKEL/W $ =A07')                             226700
005940  10108 FORMAT(1H*,T15,' $GEBILDE VON ',A2,' GERADEN/Z $ =A08')         226800
005950  10109 FORMAT(1H*,T15,' $PUNKTMENGE/M $ =A09')                         226900
005960  10110 FORMAT(1H*,T15,' $DREIECK/D $ =A10')                            227000
005970  10201 FORMAT(1H*,T15,' (E,EBENE)= B01')                               227100
005980  10202 FORMAT(1H*,T15,' (P(',A2,'),PUNKT)= B02')                       227200
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
005990  10203 FORMAT(1H*,T15,' ((',A2,')P,',A2,' PUNKTE)= B03')               227300
006000  10204 FORMAT(1H*,T15,' (F,HALBEBENE)= B04')                           227400
006010  10206 FORMAT(1H*,T15,' (G(',A2,'),GERADE)= B06')                      227500
006020  10207 FORMAT(1H*,T15,' ((',A2,')G,',A2,'GERADEN)= B07')               227600
006030  10205 FORMAT(1H*,T15,' ((',A2,')F,',A2,'HALBEBENEN)= B05')            227700
006040  10208 FORMAT(1H*,T15,' (S(',A2,'),STRECKE)= B08')                     227800
006050  10209 FORMAT(1H*,T15,' (W(',A2,'),WINKEL)= B09')                      227900
006060  10210 FORMAT(1H*,T15,' ((2)W(',A2,1H,,A2,'),2 WINKEL)= B10')          228000
006070  10211 FORMAT(1H*,T15,' ((',A2,')W,',A2,'WINKEL)= B11')                228100
006080  10212 FORMAT(1H*,T15,' (H(',A2,'),HALBGERADE)= B12')                  228200
006090  10213 FORMAT(1H*,T15,' ((2)H(',A2,1H,,A2,'), 2 HALBGERADEN)= B13')    228300
006100  10214 FORMAT(1H*,T15,' ((',A2,')H,',A2,'HALBGERADEN)= B14')           228400
006110  10215 FORMAT(1H*,T15,' (Z(',A2,'),GEBILDE VON GERADEN)= B15')         228500
006120  10216 FORMAT(1H*,T15,' (M(',A2,'),PUNKTMENGE)= B16')                  228600
006130  10217 FORMAT(1H*,T15,' ((2)M(',A2,1H,,A2,'),2 PUNKTMENGEN)= B17')     228700
006140  10218 FORMAT(1H*,T15,' (D(',A2,'),DREIECK)= B18')                     228800
006150  10219 FORMAT(1H*,T15,' (M(',A2,'),WINKEL)= B19')                      228900
006160  10220 FORMAT(1H*,T15,' (M(',A2,'),WINKELFELD)= B20')                  229000
006170  10221 FORMAT(1H*,T15,' (W(',A2,'),GESTRECKTER WINKEL)= B21')          229100
006180  10301 FORMAT(1H*,T15,' (IE,E,PUNKTMENGE)= C01')                       229200
006190  10302 FORMAT(1H*,T15,' (IE,F,PUNKTMENGE)= C02')                       229300
006200  10303 FORMAT(1H*,T15,' (IE,G(',A2,'),PUNKTMENGE)= C03')               229400
006210  10304 FORMAT(1H*,T15,' (IE,H(',A2,'),PUNKTMENGE)= C04')               229500
006220  10305 FORMAT(1H*,T15,' (IE,S(',A2,'),PUNKTMENGE)= C05')               229600
006230  10306 FORMAT(1H*,T15,' (IE,M(',A2,'),PUNKTMENGE)= C06')               229700
006240  10307 FORMAT(1H*,T15,' (IE,(2)W(',A2,1H,,A2,'),WINKELPAAR(',A2,'))= C07'  229800
006250        1)                                                              229810
006260  10308 FORMAT(1H*,T15,' (IE,(2)W(',A2,1H,,A2,'),NEBENWI.-PAAR(',A2,')= C0  229900
006270        28')                                                            229910
006280  10309 FORMAT(1H*,T15,' (IE,SCHENKEL(',A2,')DES WINKELS(',A2,'),HALBGERAD  230000
006290        3E(',A2,'))= C09')                                              230010
006300  10310 FORMAT(1H*,T15,' (IE,SCHEITEL(',A2,')DES WINKELS(',A2,'),PUNKT(',A  230100
006310        42,'))= C10')                                                   230110
006320  10311 FORMAT(1H*,T15,' (IE,$S15(',A2,1H,,A2,'),GERADE(',A2,'))= C11')  230200
006330  10312 FORMAT(1H*,T15,' (IE,$S24(',A2,1H,,A2,'),HALBEBENE)= C12')       230300
006340  10313 FORMAT(1H*,T15,' (IE,$S23(',A2,1H,,A2,'),DREIECK)= C13')         230400
006350  10314 FORMAT(1H*,T15,' (IE,GESTRECKTER WINKEL,HALBEBENE)= C14')        230500
006360  10315 FORMAT(1H*,T15,' (IE,(2)$C07(',A2,1H,,A2,'),2 WINKELPAARE)= C15')  230600
006370  10316 FORMAT(1H*,T15,' (IE,(2)$C08(',A2,1H,,A2,'),2 NEBENWI.-PAARE)= C16  230700
006380        5')                                                             230710
006390  10317 FORMAT(1H*,T15,' (IE,(',A2,')$C07,',A2,' WINKELPAARE)= C17')    230800
006400  10318 FORMAT(1H*,T15,' (IE,(2)SCHENKEL(',A2,1H,,A2,'), $623(',A2,1H,,A2,  230900
006410        6'))= C18')                                                     230910
006420  10401 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL NEBENWI.-PAAR(',A2,'): GEMEINS. SCHEITEL  231000
006430        7P.(',A2,'))= M01')                                             231010
006440  10402 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL NEBENWINKELP.(',A2,'): GEMEINS. SCHENKEL  231100
006450        B(',A2,'))= M02')                                               231110
006460  10403 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL NEBENWINKELP.(',A2,'): $620(',2(A2,1H,),  231200
006470        9A2,'))= M03')                                                  231210
006480  10404 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL NEBENWINKELP.(',A2,'): $607(',A2,1H,,A2,  231300
006490        A'))= M04')                                                     231310
006500  10405 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL WINKELPAAR (',A2,'): GEMEINS. SCHEITELP.  231400
006510        B(',A2,'))= M05')                                               231410
006520  10406 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL WINKELPAAR (',A2,'): GEMEINS. SCHENKEL('  231500
006530        C,A2,'))= M06')                                                 231510
006540  10407 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL WINKELPAAR (',A2,'): $620(',2(A2,1H,),A2  231600
006550        D,'))= M07')                                                    231610
006560  10408 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMAL WINKELPAAR (',A2,'): $607(',A2,1H,,A2,')  231700
006570        E)= M08')                                                       231710
006580  10409 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMALE NEBENWINKELP. : M01,M02 )= M09')     231800
006590  10410 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMALE NEBENWINKELP. : M02,M03 )= M10')     231900
006600  10411 FORMAT(1H*,T15,' (MERKMALE NEBENWINKELP. : M01,M02,M03 )= M11')  232000
```

```
10412 FORMAT(1H+,T15,' (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(',2(A2,1H,),A2,'):*M
     F05 )= M12')
10413 FORMAT(1H+,T15,' (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(',2(A2,1H,),A2,'):*M
     G06 )= M13')
10414 FORMAT(1H+,T15,' (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(',2(A2,1H,),A2,'):*M
     H07 )= M14')
10415 FORMAT(1H+,T15,' (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(',2(A2,1H,),A2,'): S
     1ONST.(',A2,'))= M15')
10416 FORMAT(1H+,T15,' (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(',A2,1H,,A2,'):*M01,NIC
     JHT*M01)= M16')
10417 FORMAT(1H+,T15,' (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(',A2,1H,,A2,'):*M02,NIC
     KHT*M02)= M17')
10418 FORMAT(1H+,T15,' (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(',A2,1H,,A2,'):*M03,NIC
     LHT*M03)= M18')
10419 FORMAT(1H+,T15,' (DIFF. MERKM. WINKELPAARE(',A2,1H,,A2,'): SONST.(
     M',A2,'))= M19')
10420 FORMAT(1H+,T15,' (MERKMAL GERADE : AUSDEHNUNG ZWEISEIT. UNBEGRENZT
     N)= M20')
10421 FORMAT(1H+,T15,' (MERKMAL EBENE : AUSDEHNUNG ALLSEIT. UNBEGRENZT)=
     O M21')
10422 FORMAT(1H+,T15,' (MERKMAL WINKEL :NUR DURCH 2 SCHENKEL BEGRENZT)=
     PM22')
10423 FORMAT(1H+,T15,' (MERKMAL HALBFERADE : AUSDEHNUNG EINSEIT. BEGRENZ
     QT)= M23')
10424 FORMAT(1H+,T15,' (MERKMAL WINKEL :NICHT BEGRENZT DURCH SCHNEIDENDE
     R GERADE O. HALBGERADE O. AND. WINKEL)= M24')
10425 FORMAT(1H+,T15,' (GEMEINS. MERKM. WINKELPAARE(',2(A2,1H,),A2,'):*M
     S05, *M06, *M07)= M25')
10501 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, E, ',A2,' PUNKTE)= T01')
10502 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, F,',A2,' PUNKTE)= T02')
10503 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, G(',A2,'),',A2,' PUNKTE)= T03')
10504 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, H(',A2,'),',A2,' PUNKTE)= T04')
10505 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, S(',A2,'),',A2,' PUNKTE)= T05')
10506 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'),',A2,' PUNKTE)= T06')
10507 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'),SCHEITELPUNKT(',A2,'))= T07')
10508 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'),2 SCHENKEL(',A2,1H,,A2,'))= T08')
10509 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'), *G08(',A2,1H,,A2,1H,,A2,1H,,A2,
     *'))= T09')
10510 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'),(UND,SCHEITELP.(',A2,'),2 SCHENKE
     TL(',A2,1H,,A2,')))= T10')
10511 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'),(UND,SCHEITELP.(',A2,'),2 SCHENKE
     UL(',A2,1H,,A2,'), *G08(',3(A2,1H,),A2,'))))= T11')
10512 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, WINKELPAAR(',A2,'),(UND,W(',A2,'),W(',A2,')
     V))= T12')
10513 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, NEBENWINKELP.(',A2,'),(UND,W(',A2,'),W(',A2
     W,'))))= T13')
10514 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, WINKELPAAR(',A2,'),',A2,' SCHEITELPUNKTE)=
     XT14')
10515 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, WINKELPAAR(',A2,'),',A2,' SCHENKEL)= T15')
10516 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, W(',A2,'),SCHENKEL(',A2,'))= T16')
10517 FORMAT(1H+,T15,' (HAT, M(',A2,'), ',A2,' PUNKTE)= T17')
10601 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,G(',A2,'),EBENE)= S01')
10602 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,H(',A2,'),EBENE)= S02')
10603 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,S(',A2,'),EBENE)= S03')
10604 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,W(',A2,'),EBENE)= S04')
10605 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,H(',A2,'),WINKEL(',A2,'))= S05')
10606 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,(UND,H(',A2,'),H(',A2,')),GERADE(',A2,'))
     Y= S06')
10607 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,WINKEL(',A2,'),WINKEL(',A2,'))= S07')
10608 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,GESTRECKTER WINKEL(',A2,'),EBENE)= S08')
10609 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,(UND,M(',A2,'),M(',A2,')),EBENE)= S09')
10610 FORMAT(1H+,T15,' (TEILM.,MENGE A,MENGE B)= S10')
10611 FORMAT(1H+,T15,' (ELEMENT,P(',A2,'),EBENE)= S11')
10612 FORMAT(1H+,T15,' (ELEMENT,P(',A2,'),GERADE(',A2,'))= S12')
10613 FORMAT(1H+,T15,' (ELEMENT,P(',A2,'),HALBGERADE(',A2,'))= S13')
10614 FORMAT(1H+,T15,' (ELEMENT,P(',A2,'),WINKEL(',A2,'))= S14')
10615 FORMAT(1H+,T15,' (VEREINIG.,H(',A2,'),H(',A2,'))= S15')
10616 FORMAT(1H+,T15,' (VEREINIG.,(UND,H(',A2,'),H(',A2,')),GERADE(',A2,
     Z'))= S16')
10617 FORMAT(1H+,T15,' (VEREINIG.,W(',A2,'),W(',A2,') = S17')
10618 FORMAT(1H+,T15,' (VEREINIG.,(UND,W(',A2,'),W(',A2,')),HALBEBENE)=
     1S18')
10619 FORMAT(1H+,T15,' (VEREINIG.,NEBENWINKEL(',A2,1H,,A2,'),GESTR. WINK
     2EL(',A2,'))= S19')
10620 FORMAT(1H+,T15,' (SCHNITTM.,(UND,W(',A2,'),W(',A2,')),PUNKTM.(',A2
     3,'))= S20')
```

```
007370  10621 FORMAT(1H*,T15,' (SCHNITTM.,(UND,H(',A2,'),W(',A2,')),',A2,' HALBG  237200
007380        ERADE/H(',A2,1H,,A2,'))= S21')                                      237210
007390  10622 FORMAT(1H*,T15,' (SCHNITTM.,(UND,H(',A2,'),W(',A2,')),DREIECK(',A2  237300
007400        3,'))= S22')                                                        237310
007410  10623 FORMAT(1H*,T15,' (SCHNITTM.,P(',A2,'),H(',A2,'))= S23')            237400
007470  10624 FORMAT(1H*,T15,' (VERBING.,NEBENWINKEL(',A2,1H,,A2,'))= S24')      237500
007430  10625 FORMAT(1H*,T15,' (DIFF.-WINKEL,(UND,EBENE,W(',A2,')),WINKEL(',A2,')  237600
007440        6)= S25')                                                           237610
007450  10626 FORMAT(1H*,T15,' (SCHNITTM.,H(',A2,'),H(',A2,'))= S26')            237700
007460  10627 FORMAT(1H*,T15,' (VERBING.,H(',A2,'),H(',A2,'))= S27')             237800
007470  10628 FORMAT(1H*,T15,' (TEILM.,H(',A2,'),H(',A2,'))= S28')               237900
007480  10629 FORMAT(1H*,T15,' (TEILM.,',A2,' M,H(',A2,'))= S29')                238100
007490  1063D FORMAT(1H*,T15,' (TEILM.,H(',A2,'),EBENE)= S30')                   238200
007500  10631 FORMAT(1H*,T15,' (SCHNITTM.,(UND,W(',A2,'),W(',A2,')), $S15(',A2,1  238300
007510        7H,,A2,'))= S31')                                                   238310
007520  10701 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:IN,W(',A2,'),EBENE)= G01')                   238400
007530  10702 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:IN,',A2,' WINKEL,EBENE)= G02')               238500
007540  10703 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:IN,',A2,' WINKEL,RAUM)= G03')                238600
007550  10704 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:IN,G(',A2,'),EBENE)= G04')                   238700
007560  10705 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:AUF, P(',A2,'),HALBGERADE(',A2,') =G05')     238800
007570  10706 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:AUF, P(',A2,'),GERADE(',A2,') =G06')         238900
007580  10707 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:NEBEN, W(',A2,'),W(',A2,'))= G07')           239000
007590  10708 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:AUF DEN, K(',A2,'), $S15(',2(A2,1H,),A2,'))  239100
007600        8= G08')                                                            239110
007610  10709 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN, G(',A2,'),M(',A2,'), 2 MENGEN(',A2,1H,,A  239200
007620        92,'))= G09')                                                       239210
007630  10710 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN, H(',A2,'),M(',A2,'), 2 MENGEN(',A2,1H,,A  239300
007640        A2,'))= G10')                                                       239310
007650  10711 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN, S(',A2,'), ',A2,'), 2 MENGEN(',A2,1H,,A  239400
007660        B2,'))= B11')                                                       239410
007670  10712 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN,(2)H(',A2,1H,,A2,'),M(',A2,'), 2 MENGEN('  239500
007680        C,A2,1H,,A2,'))= G12')                                              239510
007690  10713 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN, G(',A2,'),EBENE, 2 HALBEBENEN)= G13')     239600
007700  10714 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN, $G15(',2(A2,1H,),A2,'),EBENE, 2 PUNKTMEN  239700
007710        DGEN(',A2,1H,,A2,'))= G14')                                         239710
007720  10715 FORMAT(1H*,T15,' (AUSGEHEN VON, 2 H(',A2,1H,,A2,'),PUNKT(',A2,'))=  239800
007730        E G15')                                                             239810
007740  10716 FORMAT(1H*,T15,' (TEILEN,P(',A2,'),G(',A2,'), 2 HALBGERADEN(',A2,1  239900
007750        FH,,A2,'))= G16')                                                   239910
007760  10717 FORMAT(1H*,T15,' (AUSGEHEN VON, H(',A2,'), P(',A2,'))= G17')       240000
007770  10718 FORMAT(1H*,T15,' (ERZEUGEN, H(',A2,'),WINKEL(',A2,'))= G18')       240100
007780  10719 FORMAT(1H*,T15,' (ERZEUGEN, $G15(',2(A2,1H,),A2,'),',A2,' WINKEL('  240200
007790        G,2(A2,1H,),A2,'))= G19')                                           240210
007800  10720 FORMAT(1H*,T15,' (ERZEUGEN, $S15(',A2,1H,,A2,'), GERADE(',A2,'))=   240300
007810        HG20')                                                              240310
007820  10721 FORMAT(1H*,T15,' (AUSGEHEN VON, H(',A2,'), $G06(',A2,1H,,A2,'))= G  240400
007830        121')                                                               240410
007840  10722 FORMAT(1H*,T15,' (ERZEUGEN, $G21(',A2,1H,,A2,1H,,A2,'), 2 WINKEL('  240500
007850        J,A2,1H,,A2,'))= G22')                                              240510
007860  10723 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:DURCH, S(',A2,'), P(',A2,'))= S23')          240600
007870  10724 FORMAT(1H*,T15,' CODIERUNG NICHT INTERPRETIERBAR                ')  240700
007880  10725 FORMAT(1H*,T15,' (ERZEUGEN,(UND,W(',A2,'),W(',A2,')),HALBEBENE)= G  240800
007890        K25')                                                               240810
007900  10726 FORMAT(1H*,T15,' (                                    )=G26')     240900
007910  10727 FORMAT(1H*,T15,' (                                    )=G27')     241000
007920  10728 FORMAT(1H*,T15,' (                                    )=G28')     241100
007930  10729 FORMAT(1H*,T15,' (EXPLIKATION, $WINKEL$)=Z08')                     241200
007940  10730 FORMAT(1H*,T15,' (LOC:IN, P(',A2,'),WINKEL(',A2,'))= G30')         241300
007950  10731 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRENZEN,(UND,H(',A2,'),H(',A2,')),WINKEL(',A2,  241400
007960        L'))= G31')                                                         241410
007970  10801 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$SCHEITEL$, P(',A2,'))= W01')                241500
007980  10802 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$SCHENKEL$,(UND,H(',A2,'),H(',A2,')))= W02')  241600
007990  10803 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$WINKELFELD$, $G08(',3(A2,1H,),A2,'))= W03')  241700
008000  10804 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$NEBENWINKELPAAR$,(UND,W(',A2,'),W(',A2,')))  241800
008010        M= W04')                                                            241810
008020  10805 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$NEBENWINKEL ZUEINANDER$,(UND,W(',A2,'),W(',  241900
008030        A2,')))= W05')                                                      241910
008040  10806 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$GEMEINS. SCHEITEL$,(UND, $T07(',A2,1H,,A2,'  242000
008050        0),$T07(',A2,1H,,A2,')))= W06')                                     242010

008060  10807 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$GEMEINS. SCHENKEL$,(UND, $T16(',A2,1H,,A2,'  242100
008070        P),$T16(',A2,1H,,A2,')))= W07')                                     242110
008080  10808 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$WINKEL$, $G14(',4(A2,1H,),A2,'))= W08')      242200
008090  10809 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$GESTRECKTER WINKEL$, $S24(',A2,1H,,A2,'))=   242300
008100        QW09')                                                              242310
008110  10810 FORMAT(1H*,T15,' (BEZ.$DREIECK$, $S20(',2(A2,1H,),A2,'))= W10')     242400
008120  10811 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.$ALPHA,BETA,GAMMA,...$, WINKEL)= W11')       242500
008130  10812 FORMAT(1H*,T15,' (JE, SYMB.$ALPHA,BETA,GAMMA,...$, GRIECH.BUCHSTAB  242600
008140        REN)= W12')                                                         242610
008150  10813 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.$GRIECH. BUCHSTABE/N$, W(',A2,'))= W13')     242700
008160  10814 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.$S$, SCHEITELPUNKT(',A2,'))= W14')           242800
008170  10815 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.$H$, SCHENKEL/HALBGERADE(',A2,'))= W15')     242900
```

```
008180  10814 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.*ALPHA, S , H1 , H2 *, WINKEL U. TEILE)= W1  243000
008190       5&')                                                                 243010
008200  10817 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.*E*, EBENE)= W17')                           243100
008210  10818 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.*EPS)LON=, ELEMENTRELATION)= W18')           243200
008220  10819 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.*< *, TEILMENGENRELATION)= W19')             243300
008230  10820 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.*GROSSBUCHSTABEN*, MENGEN)= W20')            243400
008240  10821 FORMAT(1H*,T15,' (SYMB.*KLEINBUCHSTABEN*, ELEMENTE)= W21')          243500
008250  10901 FORMAT(1H*,T15,' (DEF.: ZWEI HALBGERADE H1 UND H2,DIE VON EINEM PU  243600
008260       NKT S AUSGEHEN, TEILEN DIE EBENE E '/X,T20,'IN ZWEI TEILMENGEN *AL   243610
008270       UPHA* UND *BETA*.*ALPHA* UND *BETA* HEISSEN WINKEL. )= D01')          243620
008280  10902 FORMAT(1H*,T15,' (DEF.: PUNKT S HEISST SCHEITEL DES WINKELS.)=D02'  243700
008290       V)                                                                   243710
008300  10903 FORMAT(1H*,T15,' (DEF.: H1 UND H2 HEISSEN SCHENKEL DES WINKELS.)=   243800
008310       WD03')                                                               243810
008320  10904 FORMAT(1H*,T15,' (DEF.: WINKEL SIND UNENDLICHE PUNKTMENGEN.)= D04'  243900
008330       X)                                                                   243910
008340  10905 FORMAT(1H*,T15,' (TEXT: (UND,*D01,*D02,*D03,*D04))= D05')           244000
008350  10906 FORMAT(1H*,T15,' (DEF.: ZWEI WINKEL HEISSEN NEBENWINKEL,WENN SIE D  244100
008360       VEN SCHEITEL UND EINEN SCHENKEL '/X,T20,'GEMEINSAM HABEN UND DIE VE   244110
008370       REINIGUNG DER BEIDEN ANDEREN SCHENKEL'/X,T20,' EINE GERADE BILDET.    244120
008380       B )= D06')                                                           244130
008390  10907 FORMAT(1H*,T15,' (DEF.: DIE VEREINIGUNG ZWEIER NEBENWINKEL HEISST   244200
008400       1GESTRECKTER WINKEL.'/X,T20,'EIN GESTRECKTER WINKEL IST EINE HALBEB   244210
008410       2ENE.)= D07')                                                        244220
008420  11001 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: *C08(',A2,1H,,A2,'), *G07(',A2,1H,,  244300
008430       3A2,'))= L01')                                                       244310
008440  11002 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: *C08(',A2,1H,,A2,'), *M11)= L02')    244400
008450  11003 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: NICHT*C08(',A2,1H,,A2,'), NICHT*M01  244500
008460       4)= L03')                                                            244510
008470  11004 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: NICHT*C08(',A2,1H,,A2,'), NICHT*M02  244600
008480       5)= L04')                                                            244610
008490  11005 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: NICHT*C08(',A2,1H,,A2,'), NICHT*M11  244700
008500       6)= L05')                                                            244710
008510  11006 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: NICHT*C08(',A2,1H,,A2,'), NICHT*G07  244800
008520       7(',A2,1H,,A2,'))= L06')                                             244810
008530  11007 FORMAT(1H*,T15,' (BEGRUENDUNG: NICHT*C08(',A2,1H,,A2,'), NICHT*M03  244900
008540       8)= L07')                                                            244910
008550  11101 FORMAT(1H*,T15,' (GRUPPIERUNG,(UND, *C07(',A2,'), *C07(',A2,'), *C  245000
008560       907(',A2,'')))= Z01')                                                245010
008570  11102 FORMAT(1H*,T15,' (GESTALT-ASSOZIATION: *SCHEITEL*)= Z02')           245100
008580  11103 FORMAT(1H*,T15,' (GESTALT-ASSOZIATION: *SCHENKEL*)= Z03')           245200
008590  11104 FORMAT(1H*,T15,' (GESTALT-ASSOZIATION: *WINKEL*)= Z04')             245300
008600  11105 FORMAT(1H*,T15,' (RELEVANTES MERKMAL: RAEUMLICHE LAGE/ANORDNUNG)=   245400
008610       AZ05')                                                               245410
008620  11106 FORMAT(1H*,T15,' (GRENZBEISPIEL : *B09(',A2,1H,,A2,'))= Z06')       245500
008630  11107 FORMAT(1H*,T15,' (GRENZBEISPIEL : *C08(',2(A2,1H,),A2,'))= Z07')    245600
008640   1201 FORMAT(1H*,T15,' (  NICHT CODIERBAR ! )')                          245700
008650   1818 FORMAT(1H ,'LAUF, NUMMER ZEITEINHEIT(HALBMIN.)=',I2,'+++++'/)      245800
008660  8888R FORMAT(1H1,'REPERTOIRE LI.-AUSSAGEN IN REIHENFOLGE
008670       * IHRER SEQUENZ IM UNTERICHT'/5X,'UNTERRICHTSPROTOKOLL NR.:',I2,2X
008680       */X,'*************************************************'///)
008690   1919 FORMAT(1H0,'ANZAHL PROTOKOLLIERTER HALBMIN.-ZEITEINHEITEN= ',I2)    245900
008700     17 WRITE(4,1717)(STAR(I),I=1,115),(STAR(K),K=1,115)                    247100
008710        IF(WAHL.EQ. 2)GOTO14548
008720        WRITE(4,1919)I2                                                     247110
008730   6680 FORMAT(1H1,' SEQUENTIERUNG DES LEHRINHALTS (STANDARDAUSSAGEN)
008740       *'/X,'*****************************************************'/

008750       *X,'       UNTERRICHTSPROTOKOLL NR.: ',I2///)
008760    1717 FORMAT(1H0,115A1/X)                                                247200
008770   17171 FORMAT(1H0,115A1/X,115A1)
008780   14547 FORMAT(1H*,115X,A3,1H8)                                            247300
008790   14548 WAHL= 9
008800        RETURN                                                              247400
008810        END
008820
```

```
C ***********************************************************************
C * FORTRAN-PROGRAMM ZUR BERECHNUNG VON UEBERGANGSMATRIZEN FUER         *
C *       LLBU-UNTERRICHTSANALYSE : SEQUENZ DER LEHRINHALTE             *
C *                                                                     *
C *             AUTOR: H.M.WIEGEMANN              9/1977                *
C ***********************************************************************
      INTEGER NUP,UP,MARK,JAS,AUS,BL,MAU(350),IMAU(65),IDX1,IDX2,MTS1,
     *MTS2,IMX(65,65),MZS(65),MSS(65),END ,IZF(350),LIN(130),BI
      REAL BMX(65,65),UEMX(65,65),RMX,RMY
      DATA LIN,MZS/130*1H-,65*0/
      DATA BI/1HI/
      DATA NUP,BL,END,IMAU/1,1H ,1HE,65*3H***/
      DATA UEMX,BMX,RMX,RMY/4225*0.,4225*0.,0.,0./
      JX=0
C EINLESEN DER DATEN UND UMCODIERUNG IN INTEGER-ZAHLEN
C ZWECKS VERWENDUNG ALS ZEILEN- UND SPALTENINDIZES DER MATRIZEN.
      READ(13,1007)UP
 1007 FORMAT(X,I2)
      IF(UP.EQ. 1)NUP=292
      IF(UP.EQ. 2)NUP=98
      IF(UP.EQ. 3)NUP=225
      IF(UP.EQ. 4)NUP=125
      IF(UP.EQ. 5)NUP=157
      IF(UP.EQ. 7)NUP=235
      IF(UP.EQ. 8)NUP=315
      IF(UP.EQ. 9)NUP=346
      IF(UP.EQ.25)NUP=255
      IF(UP.EQ.11)NUP=20
      IF(UP.EQ.BL)          STOP'FEHLER: VARIABLE UP =BLANK! '
      REWIND 13
      DO 1 I=1,NUP
      READ(13,1000)LUP,MARK,JAS,AUS
      IF(JAS.EQ.BL)GOTO777
C.     IF(JAS.NE.BI)GOTO777
      JX=JX+1
      MAU(JX)=AUS
  777 IF(MARK.EQ.END)GOTO888
    1 CONTINUE
  888 IZ=0
      DO 2 J2=1,JX
      DO 3 J3=1,60
      IF(MAU(J2).EQ.IMAU(J3))GOTO666
    3 CONTINUE
      IZ=IZ+1
      IMAU(IZ)=MAU(J2)
  666 CONTINUE
    2 CONTINUE
      DO 4 J4=1,JX
      DO 5 J5=1,IZ
      IF(MAU(J4).NE.IMAU(J5))GOTO555
      IZF(J4)=J5
  555 CONTINUE
    5 CONTINUE
    4 CONTINUE
      DO 6 J6=2,JX
      IDX1=IZF(J6-1)
      IDX2=IZF(J6)
      IMX(IDX1,IDX2)=IMX(IDX1,IDX2)+1
    6 CONTINUE
C BERECHNUNG DER ZEILEN- U. SPALTENSUMMEN
      DO 7 K=1,IZ
      DO 8 L=1,IZ
      MZS(K)=MZS(K)+IMX(K,L)
    8 MSS(K)=MSS(K)+IMX(L,K)
    7 CONTINUE
C SUMME TOTAL (SUMME ALLER ZEILENSUMMEN GLEICH SUMME DER SPALTENSUMMEN)
      DO 9 M=1,IZ
      MTS1=MTS1+MZS(M)
    9 MTS2=MTS2+MSS(M)
      IF(MTS1.NE.MTS2)WRITE(4,502)MTS1,MTS2
  401 FORMAT(1H0,'VEKTOR DER ZEILENSUMMEN:'/3X,30(A3,X)/3X,30(I3,X))
  402 FORMAT(1H0,3X,30(A3,X)/4X,30(I3,X))
  501 FORMAT(1H0,'SUMME TOTAL=',I4/X,'================')
  502 FORMAT(1H0,'SUMME DER ZEILENSUMMEN=',I4/X,'SUMME DER SPALTEN
     *SUMMEN=',I4//)
  107 FORMAT(1H0,'2.TEILMATRIX VON IMX'//6X,20(X,A3,X)/X,130A1)
C BERECHNUNG DER RELATIVEN UEBERGANGSHAEUFIGKEITEN
      DO 10 J10=1,IZ
      DO 77 J77=1,IZ
      RMX=IMX(J10,J77)
      RMY=MTS1
   77 UEMX(J10,J77)=RMX/RMY
   10 CONTINUE
      WRITE(4,100)UP
  100 FORMAT('1*LLBU-UNTERRICHTSANALYSE : SEQUENZ DER LI.-AUSSAGEN* '/X,
     1      '==================================================== '//X
     *,'AUSDRUCK VON JEWEILS 2-3 TEILMATRIZEN'/X,
     3'UNTERRICHTSPROTOKOLL NR.',I2/X,'-------------------------------
     4------------------------------'///)
```

```
000900          WRITE(4,101)(IMAU(IM),IM=1,20),(LIN(JY),JY=1,130)                SQ 900
000910      101 FORMAT(1HO,'1.TEILMATRIX VON )MX'//6X,20(X,A3,X)/X,130A1)        SQ 910
000920          DO 11 IK=1,12                                                    SQ 920
000930       11 WRITE(4,102)IMAU(IK),(MX(IK,JK),JK=1,20)                         SQ 930
000940          IF(UP.EQ. 2)GOTO2468
000950          IF(UP.EQ. 4)GOTO2468
000960          IF(UP.EQ. 5)GOTO2468
000970          IF(UP.EQ.11)GOTO2468
000980      102 FORMAT(1HO,X,A3,'I',20(X,I3,1))                                  SQ 940
000990          WRITE(4,103)(IMAU(IM),IM= 21, 40),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ 950
001000          DO 12 KA= 1,12                                                   SQ 951
001010       12 WRITE(4,104)IMAU(KA),(MX(KA,LA),LA= 21, 40)                      SQ 952
001020          WRITE(4,105)(IMAU(IM),IM= 41, 12),(LIN(JY),JY=1,128)             SQ 960
001030          DO 13 KA= 1,12                                                   SQ 961
001040       13 WRITE(4,106)IMAU(KA),(MX(KA,LA),LA= 41, 12)                      SQ 962
001050          GOTO 1357
001060     2468 WRITE(4,107)(IMAU(IM),IM= 21, 12),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ 970
001070          DO 14 KA= 1,12                                                   SQ 971
001080       14 WRITE(4,108)IMAU(KA),(MX(KA,LA),LA= 21,12)                       SQ 972
001090      108 FORMAT(1HO,X,A3,'I',25(X,I3,1),'I')
001100      305 FORMAT(1HO,'3.TEILMATRIX VON BMX'//6X,2(X,A3,2X)/X,128A1)
001110      307 FORMAT(1HO,'2.TEILMATRIX VON BMX'//6X,20(X,A3,2X)/X,130A1)       SQ1080
001120     1357 WRITE(4,401)(IMAU(L),L=1,30),(MZS(M),M=1,30)                     SQ1081
001130          WRITE(4,402)(IMAU(L),L=31,62),(MZS(M),M=31,62)                   SQ1082
001140          WRITE(4,501)MTS1
001150            GOTO 99999
001160          WRITE(4,201)(IMAU(IM),IM=  1, 20),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ1090
001170          DO 26 KB= 1,12                                                   SQ1091
001180       26 WRITE(4,202)IMAU(KB),(UEMX(KB,LB),LB=  1, 20)                    SQ1092
001190          IF(UP.ER. 2)GOTO24680
001200          IF(UP.ER. 4)GOTO24680
001210          IF(UP.ER. 5)GOTO24680
001220          IF(UP.EQ.11)GOTO24680
001230          WRITE(4,203)(IMAU(IM),IM= 21, 40),(LIN(JY),JY=1,120)             SQ1100
001240          DO 27 KB= 1,12                                                   SQ1101
001250       27 WRITE(4,204)IMAU(KB),(UEMX(KB,LB),LB= 21, 40)                    SQ1102
001260          WRITE(4,205)(IMAU(IM),IM= 41, 12),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ1110
001270          DO 28 KB= 1,12                                                   SQ1111
001280       28 WRITE(4,206)IMAU(KB),(UEMX(KB,LB),LB= 41, 12)                    SQ1112
001290          GOTO 13578


001300    24680 WRITE(4,207)(IMAU(IM),IM= 21, 12),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ1120
001310          DO 29 KB= 1,12                                                   SQ1121
001320       29 WRITE(4,208)IMAU(KB),(UEMX(KB,LB),LB= 21, 12)                    SQ1122
001330      205 FORMAT(1HO,'3.TEILMATRIX VON UEMX'//6X,2(X,A3,2X)/X,128A1)       SQ1221
001340      206 FORMAT(1H ,X,A3,'I',20F6.3)                                      SQ1222
001350      207 FORMAT(1HO,'2.TEILMATRIX VON UEMX'//6X,20(X,A3,2X)/X,130A1)      SQ1230
001360      208 FORMAT(1H ,X,A3,'I',20F6.3)                                      SQ1231
001370      303 FORMAT(1HO,'2.TEILMATRIX VON BMX'// 6X,20(X,A3,2X)/X,130A1)      SQ1232
001380    13578 WRITE(4,301)(IMAU(IM),IM=  1, 20),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ1240
001390 C BERECHNUNG DER MATRIX DER BEDINGTEN UEBERGANGSHAEUFIGKEITEN
001400          DO49 J2=1,12
001410          DO 70 J3=1,12
001420          RMX=MX(J2,J3)
001430          RMY=MZS(J2)
001440       70 BMX(J2,J3)=RMX/RMY
001450       49 CONTINUE
001460          DO 41 KC= 1,12                                                   SQ1241
001470       41 WRITE(4,202)IMAU(KC),(BMX(KC,LC),LC=  1, 20)                     SQ1242
001480          IF(UP.EQ. 2)GOTO1717
001490          IF(UP.EQ. 4)GOTO1717
001500          IF(UP.EQ. 5)GOTO1717
001510          IF(UP.EQ.11)GOTO1717
001520          WRITE(4,303)(IMAU(IM),IM= 21, 40),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ1250
001530          DO 42 KC= 1,12                                                   SQ1251
001540       42 WRITE(4,204)IMAU(KC),(BMX(KC,LC),LC= 21, 40)                     SQ1252
001550          WRITE(4,305)(IMAU(IM),IM= 41, 12),(LIN(JY),JY=1,128)             SQ1260
001560          DO 43 KC= 1,12                                                   SQ1261
001570       43 WRITE(4,206)IMAU(KC),(BMX(KC,LC),LC= 31, 12)                     SQ1262
001580          GOTO919
001590     1717 WRITE(4,307)(IMAU(IM),IM= 21, 12),(LIN(JY),JY=1,130)             SQ1270
001600          DO 44 KC= 1,12                                                   SQ1271
001610       44 WRITE(4,208)IMAU(KC),(BMX(KC,LC),LC= 21, 12)                     SQ1272
001620      919 CONTINUE                                                         SQ1370
001630      301 FORMAT(1HO,'1.TEILMATRIX VON BMX'//6X,20(X,A3,2X)/X,130A1)       SQ1371
001640      104 FORMAT(1HO,X,A3,'I',20(X,I3,1))
001650      105 FORMAT(1HO,'3.TEILMATRIX VON )MX'//6X,20(X,A3,X)/X,130A1)        SQ1380
001660      106 FORMAT(1HO,X,A3,'I',25(X,I3,1),'I')
001670     1000 FORMAT(X,I2,5X,A1,X,A1,X,A3)                                     SQ1382
001680      103 FORMAT(1HO,'2.TEILMATRIX VON )MX'//6X,20(X,A3,X)/X,130A1)        SQ2020
001690      201 FORMAT(1HO,'1.TEILMATRIX VON UEMX'//6X,20(X,A3,2X)/X,130A1)      SQ2030
001700      202 FORMAT(1H ,X,A3,'I',20F6.3)                                      SQ2040
001710      203 FORMAT(1HO,'2.TEILMATRIX VON UEMX'//6X,20(X,A3,2X)/X,130A1)      SQ2050
001720      204 FORMAT(1H ,X,A3,'I',20F6.3)
001730    99999 STOP
001740          END
```

```
000010 C     ********************************************************************
000020 C     *FORTRAN-PROGRAMM ZUR AUFLISTUNG DER IN EINEM UNTERRICHTS-      *
000030 C     *  PROTOKOLL VORGEKOMMENEN CODIERUNGEN, IHRER HAEUFIGKEIT       *
000040 C     *  UND DER ZEITEINHEIT IHRES ERSTEN AUFTRETENS                  *
000090 C     *    AUTOR: H.M.NIEDEMANN    8/1977                           *
000100 C     ********************************************************************
000110       INTEGER*2 MARK(350),IAS(350),NR,NUP,IZ,I,J,IK,END,IW,L,M,N,
000120      *BL1,BL5,J1,INTW,DIA(110),STAR,LIN(110),J1,IL
000130       REAL ICO(350),LIST(150,4),ZLIST(20),US,UT,W(100),ZAHL,IZEIT(350)
000140       DATA BL1,BL4,IZ,IK,END,ZAHL,LIST/1H ,4H    ,1,0,1HE,0.,600*1./
000150       DATA W,US,UT,ZLIST,INTW,DIA,STAR,LIN/100*0.,0.,0.,0.,20*0.,0
000160      *,110*1H ,1H*,125*1H-/
000170       WRITE(9,16)
000180    16 FORMAT(1H ,'NR. DES UNTERRICHTSPROTOKOLLS!')
000190       READ(6,17)NUP
000200    17 FORMAT(I2)
000210       IF(NUP.EQ. 1)NN=292
000220       IF(NUP.EQ. 2)NN=98
000230       IF(NUP.EQ. 3)NN=270
000240       IF(NUP.EQ. 4)NN=125
000250       IF(NUP.EQ. 5)NN=157
000260       IF(NUP.EQ. 7)NN=235
000270       IF(NUP.EQ. 8)NN=315
000280       IF(NUP.EQ. 9)NN=346
000290       IF(NUP.EQ.11)NN=20
000300       IF(NUP.ER.25)NN=255
000310       DO 1 I=1,NN
000320     1 READ(12,18)IZEIT(I),MARK(I),IAS(I),ICO(I)
000330    18 FORMAT(3X,A3,2X,A1,X,A1,A4)
000340       DO 2 I=1,NN
000350       IF(IAS(I).EQ.BL1)GOTO888
000360       IF(ICO(I).EQ.BL4)GOTO888
000370       DO 3 J=1,IZ
000380       IF(ICO(I).NE.LIST(J,1))GOTO31
000390       LIST(J,2)=LIST(J,2)+1
000400       J1=J
000410       GOTO777
000420    31 J1=J
000430     3 CONTINUE
000440       J2=IZ
000450       IZ=IZ+1
000460       LIST(J2,1)=ICO(I)
000470       LIST(J2,4)=IZEIT(I)
000480   777 CONTINUE
000490       ZAHL=ZAHL+1.
000500       IF(J1.ER.12)GOTO444
000510       IK=IK+1
000520       LIST(J1,3)=LIST(J1,2)/ZAHL
000530       ZLIST(IK)=1./(LIST(J1,3)*10.)
000540       GOTO 888
000550   444 IK=IK+1
000560       LIST(J2,3)=LIST(J2,2)/ZAHL
000570       ZLIST(IK)=1./(LIST(J,3)*10.)
000580   888 IF(MARK(I).NE.BL1)GOTO666
000590       GOTO 555
000600   666 IW=IW+1
000610       DO 4 K=1,IK
000620       W(IW)=W(IW)+ZLIST(K)
000630     4 ZLIST(K)=0.

000640       IK=0
000650       IF(MARK(I).NE.END)GOTO 555
000660       DO 5 L=1,IW
000670     5 US=US+W(L)
000680       UT=US/IW
000690   555 CONTINUE
000700     2 CONTINUE
000710       WRITE(4,1110)NUP
000720       J6=IZ-1
000730       DO 6 M=1,J6
000740     6 WRITE(4,1111)LIST(M,1),LIST(M,2),LIST(M,4)
000750  1110 FORMAT(1H1,'LISTE DER VORGEKOMMENEN CODIERUNGEN UND DEREN
000760      * AUFTRETENSHAEUFIGKEITEN'//X,'========== UNTERRICHTSPROTOK
000770      *OLL NR.',I2,' ==========================='//)
000780  1111 FORMAT(1H ,A4,6X,F7.3,5X,A4)
000790       STOP
000800       END
```

```
C*****************************************
C* FORTRAN-PROGRAMM ZUM AUSDRUCK DER LLBJ- *
C* CDIERUNGEN FUER 'INTERAKTIONEN','HAND- *
C* LUNGEN' UND 'SPEZIFIKATIONEN'.         *
C*    1.AUSDRUCK DER SEQUENZ DER          *
C*      INTERAKTIONEN MIT ZEITEINHEITEN   *
C*    2.UNTERPROGRAMM IMX FUER MATRIX DER *
C*      (AES.)UEBERGANGSHAEUFIGKEITEN     *
C*    3.UNTERPROGRAMM REPHA FUER REPERTOIRE*
C*      VON HANDLUNGEN UND SPEZIFIKATIONEN.*
C*      EINSCHL. ANZAHL                   *
C*                                        *
C*      AUTOR: H.M.NIEGEMANN 10/1977      *
C*****************************************
C*****************************************
      INTEGER IZE(350),MARK(350),IAS(350),ICO(350),HAN1(350),HAN2(350)
     *,JCO(350),JAS(350),IZEIT(350),IZE(350),IHA(350),BL,BL3,END,LA,B4,
     *MK(350),SPEZ(350),ISPE(350),UP,ZEIT(90)
      DATA BL,LA,LB,END,IZ/1H ,1HA,1HB,1HE,0/
      DATA BL3,B4/3H   ,4H    /
      DATA HAN1,HAN2,SPEZ/350*3H000,350*3H000,350*2H00/
      COMMON/COM1/JAS
      COMMON/COM2/IHA,ISPE
      READ(8,100)NN
      DO 1 I=1,NN
    1 READ(16,101)UP,IZE(I),MARK(I),IAS(I),ICO(I),HAN1(I),
     *HAN2(I),SPEZ(I)
      DO 2 J=1,NN
      IF(IAS(J).EQ.BL)GOTO22
      IZ=IZ+1
      JCO(IZ)=ICO(J)
      JAS(IZ)=IAS(J)
      IZEIT(IZ)=IZE(J)
      ISPE(IZ)=SPEZ(J)
      IF(HAN1(J).EQ.BL3)GOTO666
      IHA(IZ)=HAN1(J)
  666 IF(HAN2(J).EQ.BL3)GOTO777
      IHA(IZ)=HAN2(J)
  777 IF(MARK(J).EQ.LA)MK(IZ)=LA
      IF(MARK(J).EQ.LB)MK(IZ)=LA
      IF(MARK(J).EQ.END)MK(IZ)=END
   22 CONTINUE
    2 CONTINUE
      CALL IMX(UP,IZ)
      CALL REPHA(UP,IZ)
C         GOTO 999
      DO 3 L=1,IZ
      WRITE(4,102)JAS(L),JCO(L),IHA(L),ISPE(L)
      IF(MK(L).EQ.END)GOTO500
      IF(MK(L).EQ.LA)WRITE(4,103)IZEIT(L)
    3 CONTINUE
  100 FORMAT(I3)
  101 FORMAT(X,I2,A3,2X,A1,X,A1,A4,17X,A3,A3,A2)
  102 FORMAT(1HO,'*',A1,'*',3X,A4,3X,A3,X,'*',A2,'***')
  103 FORMAT(1H ,'*************************'/X,'ZEITINTERVALL=',A3,
     *A1'*********************')
  500 WRITE(4,103)ZEIT(L)
      DO 9 L=1,NN
    9 WRITE(4,505)HAN1(L),HAN2(L)
  505 FORMAT(1H ,A3,'*',A3,X)
  999 STOP
      END
```

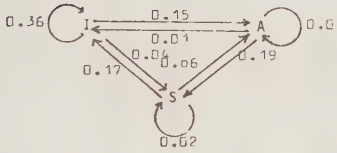
```
C UNTERPROGRAMM ZUR ERSTELLUNG EINER UEBERGANGSMATRIX FUER DIE
C LEHRER-SCHUELER-INTERAKTION
      SUBROUTINE IMX(UP,IZ)
      INTEGER LAS(350),JAS(350),KI(3),MAX(3,3),IZS(3),ISS(3)
      INTEGER UP
      DATA KI/1HI,1HA,1HS/
      JX=0
      COMMON/COM1/JAS
      DO 1 I=1,IZ
      JX=JX+1
      IF(JAS(I).EQ.KI(1))LAS(JX)=1
      IF(JAS(I).EQ.KI(2))LAS(JX)=2
      IF(JAS(I).EQ.KI(3))LAS(JX)=3
    1 CONTINUE
      DO 2 J=2,IZ
      INX1=LAS(J-1)
      INX2=LAS(J)
      MAX(INX1,INX2)=MAX(INX1,INX2)+1
    2 CONTINUE
      WRITE(4,200)UP
  200 FORMAT(1H1,'MATRIX DER (ABS.) UEBERGANGSHAEUFIGKEITEN DER
     * L-S-INTERAKTION'/X,'**UNTERRICHTSPROTOKOLL NR.',I2,'**'//
     *6X,'  I       A       S       ZEILENSUM.'/3X,'------------------------
     *---')
      DO 5 I5=1,3
      DO 6 I6=1,3
      IZS(I5)=IZS(I5)+MAX(I5,I6)
    6 ISS(I5)=ISS(I5)+MAX(I6,I5)
    5 CONTINUE
      DO 3 M=1,3

    3 WRITE(4,202)KI(M),(MAX(M,N),N=1,3),IZS(M)
      CONTINUE
  202 FORMAT(1H ,3X,A1,X,'|',3(I3,3X),'|',I3/)
      DO 7 L=1,3
    7 ISUM=ISUM+IZS(L)
      WRITE(4,203)(ISS(J),J=1,3),ISUM
  203 FORMAT(1H ,6X,3(I3,3X),I3)
      RETURN
      END
      SUBROUTINE REPHA(UP,IZ)
      INTEGER LISTH(50,2),LISTS(50,2),IHA(350),ISPE(350),IZA,
     *IZI,UP
      DATA IST,IS,IZA,IZI/3H***,2H--,0,0/
      DATA LISTH,LISTS/100*3H000,100*2H00/
      COMMON/COM2/IHA,ISPE
      DO 99 I1=1,50
   99 LISTH(I1,1)=IST
      DO 98 I2=1,50
   98 LISTH(I2,2)=1
      DO 97 I3=1,50
   97 LISTS(I3,1)=IS
      DO 96 I3=1,50
   96 LISTS(I3,2)=1
      DO 1 J=1,IZ
      DO 2 I=1,50
      IF(IHA(J).NE.LISTH(I,1))GOTO22
      LISTH(I,2)=LISTH(I,2)+1
      GOTO 44
   22 CONTINUE
    2 CONTINUE
      IZA=IZA+1
      LISTH(IZA,1)=IHA(J)
   44 CONTINUE
    1 CONTINUE
      DO 3 K=1,IZ
      DO 4 L=1,20
      IF(ISPE(K).NE.LISTS(L,1))GOTO55
      LISTS(L,2)=LISTS(L,2)+1
      GOTO 66
   55 CONTINUE
    4 CONTINUE
      IZI=IZI+1
      LISTS(IZI,1)=ISPE(K)
   66 CONTINUE
    3 CONTINUE
      WRITE(4,300)UP
      DO 7 I7=1,50
    7 WRITE(4,301)LISTH(I7,1),LISTH(I7,2),LISTS(I7,1),LISTS(I7,2)
  300 FORMAT(1H1,'REPERTOIRE *HANDLUNGEN* UND *SPEZIFIKATIONEN*
     * - UNTERRICHTSPROTOKOLL NR.',I2,'--'/X,'************
     ************************************'/)
  301 FORMAT(1H ,3X,A3,4X,I3,10X,A2,4X,I3)
      RETURN
      END
```

```
      C ***********************************************************************
      C *  FTN-PROGRAMM ZUR LLBUJUNTERRICHTSANALYSE :                         *
      C *  AUSZAEHLEN DER KATEGORIEN IN DEN VARIABLEN *MEDIEN* UND            *
      C *  *INFORMATIVE RUECKMELDUNG* SOWIE BESTIMMUNG DES JEWEILIGEN        *
      C *  PROZENT-ANTEILS                                                    *
      C *            AUTOR:H.M.NIEGEMANN  2/1978                            *
      C ***********************************************************************
            INTEGER JVP,MED,IAS,SP,PR,NR,MT,MO,MH,MB,SCH,BL
            REAL PMT,PMO,PMH,PMB,PPR,PNR,ZI,ZMT,ZMO,ZMH,ZMB,ZSCH,ZPR,ZNR
            DATA MT,MO,MH,MB,PR,NR,SCH,BL/1HT,1HO,1HH,1HB,2HPR,2HNR,1HS,1H /
            DATA PMT,PMO,PMH,PMB,PPR,PNR,ZI/7*0./
            DATA ZMT,ZMO,ZMH,ZMB,ZSCH,ZPR,ZNR/7*0./
            READ(8,11)N
            DO 1 I=1,N
            READ(13,10)JVP,MED,IAS,SP
            IF(IAS.EQ.BL)GOTO 99
            ZI=ZI+1.
            IF(MED.EQ.MT)ZMT=ZMT+1.
            IF(MED.EQ.MO)ZMO=ZMO+1.
            IF(MED.EQ.MH)ZMH=ZMH+1.
            IF(MED.EQ.MB)ZMB=ZMB+1.
            IF(IAS.EQ.SCH)ZSCH=ZSCH+1.
            IF(SP.EQ.PR)ZPR=ZPR+1.
            IF(SP.EQ.NR)ZNR=ZNR+1.
         99 CONTINUE
          1 CONTINUE
            PMT=(ZMT/ZI)*100.
            PMO=(ZMO/ZI)*100.
            PMH=(ZMH/ZI)*100.
            PMB=(ZMB/ZI)*100.
            PPR=(ZPR/ZSCH)*100.
            PNR=(ZNR/ZSCH)*100.
            WRITE(4,20)JVP
            WRITE(4,21)
            WRITE(4,22)ZMT,PMT,ZMO,PMO,ZMH,PMH,ZMB,PMB
            WRITE(4,23)ZI
            WRITE(4,30)
            WRITE(4,31)ZPR,PPR
            WRITE(4,32)ZNR,PNR,ZSCH
           11 FORMAT(I3)
           10 FORMAT(X,I2,6X,2A1,27X,A2)
           20 FORMAT('1AUSZAEHLUNG UND VERRECHNUNG VON KATEGORIEN DER
          *  VARIABLEN *MEDIEN* UND *INF. RUECKMELDUNG*  --- '/X,
          *'  JUNTERRICHTSPROTOKOLL  NR.: ',I2,' *** '///)
           21 FORMAT('0KATEGORIEN DER VAR. *MEDIEN*: '/X,
          *'T *TAFELBILD,TAFELANSCHRIEB'/X,'O *OBJEKT,GEGENSTAND'/X,
          *'H *HEFT,BUCH(SCHUELER)'/X,'B *BUCH,ARBEITSBLATT'///X,
          *'DER PROZENT-ANTEIL BEZIEHT SICH JEWEILS AUF DIE GESAMT
          *'ZAHL DER L-S-INTERAKTIONEN'///)
           22 FORMAT(11X,'PROZENT'/X,'T  ',F4.0,4X,F7.3/X,'O  ',F4.0,4X,
          *F7.3/X,'H  ',F4.0,4X,F7.3/X,'B  ',F4.0,4X,F7.3//)
           23 FORMAT('0  ANZAHL LEHRER-SCHUELER-INTERAKTIONEN :',F4.0,' *****'/)
           30 FORMAT('0AUSMASS AN POSITIVER UND NEGATIVER RUECKMELDUNG:
          *  ABSOLUT UND BEZ. AUF DIE ANZAHL DER SCHUELERBEITRAEGE'///)
           31 FORMAT('0POSITIVE RUECKMELDUNGEN(ABS.)',5X,'PROZENTUAL'/
          *  14X,F4.0,17X,F7.3//)
           32 FORMAT('0NEGATIVE RUECKMELDUNGEN(ABS.)',5X,'PROZENTUAL'/
          *  14X,F4.0,17X,F7.3//X,'ANZAHL SCHUELERBEITRAEGE:',F4.0,'****'/)
              STOP
              END
```

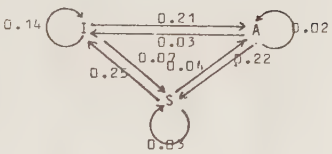
ANHANG

9.4 Diagramme der Lehrer-Schüler-Interaktion
(Interaktionsstruktur)

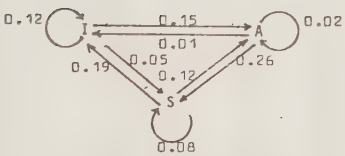
UP 1



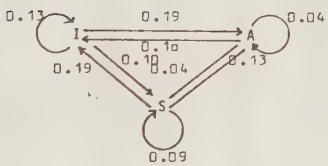
UP 2



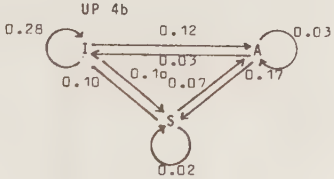
UP 3



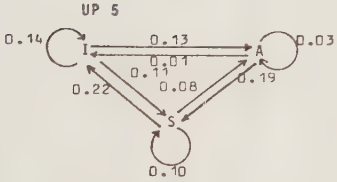
UP 4a



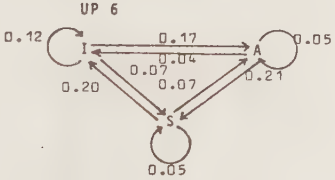
UP 4b



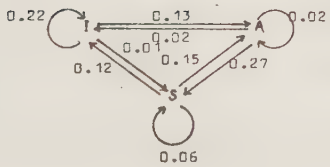
UP 5



UP 6



UP 7



ANHANG

9.5 Auflistung der in jedem Unterrichtsprotokoll vorgekommenen Lehrinhalts-Kategorien in der Reihenfolge ihres Auftretens (mit Angabe der Auftretenshäufigkeit und dem Zeitintervall des ersten Auftretens)

UP 1			UP 2			UP 3		
Kat.	Häuf.	Zeitint.	Kat.	Häuf.	Zeitint.	Kat.	Häuf.	Zeitint.
B01	12.000	01	B12	9.000	02	N08	1.000	01
B06	2.000	01	B08	1.000	02	Z08	11.000	02
C01	5.000	01	T04	2.000	02	Z04	54.000	02
N01	1.000	01	T05	3.000	02	N03	2.000	03
B04	4.000	02	C01	1.000	03	N02	5.000	14
T01	4.000	03	S11	2.000	04	N03	1.000	20
N02	1.000	04	N01	1.000	04	N04	20.000	22
G26	12.000	04	S01	4.000	04	A01	1.000	28
S01	5.000	07	T03	2.000	05	B01	2.000	28
N03	6.000	08	S02	3.000	05	C01	4.000	28
N18	1.000	10	A09	1.000	06	T01	3.000	29
N19	3.000	10	B16	1.000	06	A04	1.000	29
N20	1.000	11	S30	1.000	06	B06	3.000	29
N21	4.000	11	N02	2.000	07	G13	6.000	30
S10	1.000	12	G09	4.000	07	N05	3.000	30
N04	1.000	13	S29	2.000	08	G26	1.000	31
C03	1.000	13	G11	3.000	09	G16	2.000	31
T03	3.000	13	G10	5.000	09	N15	4.000	32
G27	1.000	15	G12	3.000	10	G12	10.000	32
S12	2.000	16	B13	1.000	11	B17	3.000	34
S11	3.000	17	G14	5.000	12	N06	2.000	36
B17	6.000	18	G29	1.000	14	N07	4.000	38
T04	2.000	20	B17	3.000	14	G14	14.000	40
N05	1.000	20	N15	1.000	14	G09	1.000	44
B12	3.000	21	N11	6.000	15	N08	5.000	45
G15	2.000	21	N01	10.000	15	G10	1.000	52
A07	1.000	21	N02	13.000	16	N09	2.000	54
B09	4.000	22	N08	8.000	18	B13	2.000	57
G19	3.000	22	B10	7.000	20	A07	2.000	58
N01	13.000	22	G18	3.000	21	B09	29.000	59
N02	9.000	26	N03	2.000	21	B10	6.000	59
B01	3.000	31	N04	1.000	22	N10	1.000	61
S04	5.000	32	N09	14.000	23	C06	8.000	61
T08	4.000	33	Z06	1.000	25	B16	2.000	63
T07	4.000	33	S15	7.000	25	T09	4.000	64
T09	7.000	34	N05	2.000	26	N02	2.000	64
N06	1.000	34	B02	3.000	26	N13	1.000	65
T11	2.000	35	N06	5.000	27	N11	13.000	65
T10	1.000	35	S27	4.000	28	S14	29.000	68
T17	2.000	38	S26	1.000	29	G30	1.000	69
C04	1.000	39	N01	14.000	31	G05	1.000	69
C06	2.000	39	G15	5.000	32	S05	7.000	70
N11	33.000	39	N07	1.000	34	S12	2.000	71
N13	3.000	39	N08	1.000	36	T08	3.000	72
N14	1.000	69	N12	18.000	36	S13	5.000	73
C09	1.000	69	T06	3.000	40	D01	3.000	74
N15	1.000	70	C06	2.000	41	G29	2.000	75
T06	1.000	71	N13	2.000	47	C09	3.000	75
N07	2.000	76	S14	54.000	51	A05	2.000	76
S25	3.000	78	T08	1.000	52	G15	3.000	77
S09	2.000	79	T09	1.000	52	N01	1.000	77
N08	1.000	80	N10	1.000	55	N03	1.000	77
N09	1.000	84	G05	2.000	56	N11	1.000	80
			S21	3.000	57	G31	2.000	80
			S31	5.000	58	N12	1.000	81
			N11	6.000	61	G19	3.000	85
						N19	2.000	86
						N14	2.000	87
						B12	1.000	88
						N15	2.000	89

UP 4a

Kat.	Häuf.	Zeitint.
M01	1.000	01
D06	3.000	01
G06	4.000	02
G17	3.000	04
M11	1.000	05
M12	1.000	05
S07	2.000	05
M04	2.000	07
B10	1.000	07
C15	2.000	07
M19	1.000	08
B09	2.000	08
M18	1.000	08
M06	4.000	09
S21	1.000	10
S72	6.000	10
Z35	4.000	11
M07	1.000	13
Z07	2.000	15
T11	4.000	16
M06	5.000	17
M07	5.000	17
M07	6.000	19
M04	1.000	21
C08	1.000	23
M05	1.000	23
M06	1.000	23
C11	2.000	24
C04	1.000	24
M05	1.000	24
S20	1.000	26

UP 4b

Kat.	Häuf.	Zeitint.
M01	1.000	02
B10	1.000	03
C08	2.000	04
D06	5.000	05
M06	3.000	05
M05	2.000	06
C09	5.000	07
M03	14.000	08
G23	4.000	09
M02	1.000	09
C18	8.000	10
G20	2.000	11
S15	3.000	12
M03	2.000	13
M04	5.000	14
M04	1.000	14
M02	1.000	17
M01	2.000	17
M09	1.000	17
M05	1.000	21
M07	3.000	24
T13	1.000	24
T08	2.000	24
T07	2.000	24
M15	1.000	26
M08	2.000	26
B06	2.000	27
S16	2.000	27
M09	1.000	28
S17	4.000	29
M10	1.000	30
B21	1.000	30
M09	2.000	31
D09	4.000	31
S19	6.000	32
M11	2.000	32
D07	6.000	35
G24	3.000	40

UP 5

Kat.	Häuf.	Zeitint.
C07	9.000	00
B09	18.000	03
C15	5.000	08
M02	2.000	08
M19	13.000	09
T15	8.000	10
M03	1.000	11
M17	3.000	12
S05	2.000	13
M07	5.000	14
M06	1.000	15
M16	3.000	16
M05	2.000	17
M18	4.000	22
B13	4.000	24
B08	2.000	24
G20	2.000	24
C11	1.000	24
S16	2.000	25
M09	5.000	25
M07	3.000	27
M04	4.000	28
M04	2.000	28
M11	2.000	30
M02	2.000	30
M03	3.000	31
C08	57.000	31
L01	1.000	33
I07	5.000	33
L06	1.000	34
L05	3.000	34
B06	1.000	35
A08	5.000	36
B18	1.000	37
B11	2.000	38
B70	7.000	42
D05	4.000	44
M24	3.000	44
S07	14.000	48
T10	1.000	54
S23	2.000	55
S20	2.000	56
M10	3.000	56
C13	1.000	58
M14	2.000	59
M15	2.000	59
B21	2.000	62
M06	1.000	63
M09	1.000	63
M05	4.000	64
C16	1.000	74
D06	14.000	74

UP 6

Kat.	Häuf.	Zeitint.
A07	2.000	02
C07	3.000	03
C15	3.000	04
M17	4.000	04
M07	4.000	05
M02	1.000	05
M06	6.000	06
M19	2.000	07
M16	1.000	07
M06	3.000	07
M05	2.000	08
C17	1.000	09
701	8.000	09
M15	2.000	14
M14	5.000	15
M25	1.000	18
M12	5.000	19
M13	3.000	20
M04	6.000	25
G07	2.000	25
M03	3.000	27
B10	4.000	28
M07	3.000	29
M16	2.000	34
M11	2.000	35
M04	1.000	35
M15	1.000	36
B13	2.000	36
C11	1.000	37
S16	2.000	37
M05	5.000	39
D06	14.000	40
A08	1.000	41
C08	19.000	41
M24	3.000	45
B09	14.000	46
M20	1.000	47
M05	1.000	49
M07	1.000	54
M01	1.000	56
M03	1.000	56
T13	1.000	56

UP 7

Kat.	Häuf.	Zeitint.
B06	1.000	01
G21	1.000	01
M14	1.000	01
M15	1.000	01
G02	6.000	02
M11	4.000	03
G07	2.000	03
M04	4.000	03
G25	1.000	04
M05	2.000	05
D06	5.000	06
C14	1.000	09
B21	3.000	10
B09	4.000	10
B10	3.000	10
C08	10.000	10
L04	1.000	12
M05	3.000	13
M06	3.000	13
L07	3.000	13
M01	8.000	14
M09	2.000	15
M02	8.000	15
C10	11.000	16
M03	8.000	17
B13	3.000	18
G20	2.000	18
L06	1.000	19

ANHANG

9.6 UNTERRICHTSPROTOKOLLE

Unterrichtsprotokoll Nr. 1

Jg.-Stufe 6 Bg 6/4 Datum: 7. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Winkel"
Lehrer: A

L: Wir haben uns vor einigen Wochen, haben wir uns schon einmal unterhalten über Ebene, Geraden, geschnittene Geraden, parallele Geraden. Könnt Ihr Euch noch daran erinnern?
SS: Ja.
L: Nun, fangen wir an mit Ebene. Was verstehen wir unter einer Ebene? - Berthold!
S: Auf einer Ebene beruht die Gerade.
L: Wie meinst Du das "beruht"?
S: Auf der Ebene da ist alles drauf, was wir zeichnen. (1)
L: Kannst Du Dir das vorstellen, daß diese Gerade hier so verläuft?
L zeigt mit Lineal eine Gerade in der Luft an.
L: Liegt diese Gerade in einer Ebene? - Stefan?
S: Ja.
L: Wo ist sie? Zeig mir sie mal!
S zeigt mit Hand die Richtung des Lineals nach.
S: Hier so quer durch.
L: Aha, das heißt also, hat der Berthold recht? (2)
SS: Ja.
L: Inwiefern hat er recht?
Pause.
L: Stellen wir's mal zurück, stellen wir's mal zurück. Zuerst klären wir mal, was ist eine Ebene?
S: Eine Ebene besteht aus unendlich vielen Punkten.
L: Kannst Du mir irgendein Beispiel - es war richtig - Kannst Du mir irgendein Beispiel für eine Ebene nennen? Hier im Raum? (3)
S: Fußboden.
L: Dieser Fußboden hier im Raum?
S: Nein, da sind ja Bänke drauf.
L: Das macht nichts, das ist eine Ebene und trotzdem kann man nicht behaupten, daß sei eine Ebene.
S: Man muß sich dabei denken, daß sie noch unendlich weitergeht.
S zeigt zum Fenster.
L: Und jetzt zeigst Du zum Fenster. Eigentlich müßtest Du jetzt vier Hände haben ...
S: ... und nach jeder Richtung zeigen. (4)
L: Richtig. Das heißt also, eine Ebene läßt sich zwar angeben durch ... ja wodurch?
Pause.
Ich kann sagen, das was unser Fußboden ist, das ist in der Ebene.
S: Ein Teil der Ebene.
L: Aha, richtig, denkbar ist ...
S: ... daß sie weitergeht nach allen Richtungen, nach allen Seiten.
L: Richtig. Denkbar ist also jede Ebene, aber formulieren kann ich sie nur, indem ich ein Beispiel gebe, das in dieser denkbaren Ebene liegt, Beispiel unser Fußboden (5)
Wir haben gesagt, der Fußboden hier liegt in einer Ebene. Und der Wolfgang hat gesagt, diese Ebene geht nach allen vier Seiten weiter, wie weit?
S: Unendlich.
L: Richtig. Das heißt also, und jetzt kommt eben schon die Begriffserklärung: Eine Ebene besteht aus unendlich vielen...?

SS: Punkten.
L: Punkten. Das heißt also, die Ebene ist eine Menge von...?
SS: Punkten. (6)
L: Punkten. So jetzt lege ich in diese Ebene eine Gerade. Beispiel: Ich spanne eine Schnur von einer Wand zur anderen oder von einer Ecke zur anderen...
L deutet das durch Handbewegung an.
L: ... in dieser Ebene, die durch den Fußboden festgelegt ist. Was ist diese Gerade?
SS: ... Element ... äh ...
L: Überlegt mal! - Du mußt lauter reden, sonst hört Dich keiner. (7)
S: Die Gerade ist ein Element aus der Ebene E.
L: Was sagen die anderen dazu? Die Gerade ist ein Element aus der Ebene.
S: Die Gerade ist ein Strich durch die Ebene E.
L: Lassen wir mal das Wort Strich weg. Strich gibt es in der Mathematik nicht. Strich gibt es in der Umgangssprache. Aber es stimmt schon, es ist was Richtiges dran, aber es geht darum, zu prüfen, ob die Gerade ein Element der Ebene ist.
S: Die Gerade ist kein Element der Ebene. (8)
L: Ist das ein Unterschied? Wieso ist das ein Unterschied?
S: Ein Element ist immer nur eins.
L: Und eine Teilmenge?
S: Das sind mehrere Teile.
L: Man kann ja auch eine Menge ein einziges Element haben und dann ist sie Teilmenge einer anderen Menge. Das ist nicht der entscheidende Unterschied. (9)
Welches Zeichen steht denn bei Elementbeziehungen?
S: Ein E
L: Richtig, dieses Epsilon ...
L malt an Tafel

$$\in$$

L: ... dieses Elementzeichen. Welches Zeichen steht bei Teilmengenbeziehungen? Günther?
S: Das äh ... ein ...
L: Nun wir haben es ja so genannt. Das Teil...mengen...
S: Das Teilmengenzeichen.
L zeichnet an.

$$\subset$$

L: ...zeichen. So sieht das aus. Was steht links? (L deutet an Tafel links) und was steht rechts vom Elementbeziehungszeichen? Ein Beispiel, irgendein Beispiel! (10)
S: A Element von C
L: Richtig.
L schreibt an.

$$A \in C$$

L: Was ist A für ein Name?
S: (unverständlich)
L geht auf S zu, Hand am Ohr.
L: ... kann nicht sein.
S: Der Name eines Elementes.
L: Ana, und für Elemente haben wir keine Großbuchstaben gewählt, sondern Kleinbuchstaben (11)
Also kann ich für die linke Seite keinen Großbuchstaben wählen, sondern ...
S: einen Kleinbuchstaben.
L wischt A weg, schreibt a hin.

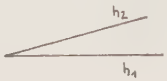
$$a \in C$$

L: Stimmt es jetzt?
L deutet an Tafel.
S: Ja.
L deutet auf a.
L: Das ist der Name eines ...

S: Elementes.
L deutet auf C.
L: Das ist der Name einer ...
SS: Menge
L: Menge. Was für Zeichen stehen hier links und rechts vom Teilmengenzeichen?
L deutet drauf.
S: Eine Menge ist Teilmenge einer anderen. (12)
L: Aha, eine Menge ist Teilmenge einer anderen Menge. So jetzt nocheinmal zurück zu unserer Aussage: Es wurde gesagt, die Gerade sei Element der Ebene. Kann die Gerade ein Element der Ebene sein?
S: Die Gerade ist auch eine Menge, weil sie auch unendlich viele Punkte hat.
L: Aha, also kann eine Gerade niemals Element von etwas sein, sondern nur ...?
S: Teilmenge. (13)
L: Teilmenge, denn eine Menge kann nicht Element von einer Menge sein, sondern eine Menge ist immer Teilmenge, wenn es diese Teilmengenbeziehung gibt; denn eine Menge ist immer Teilmenge einer andern oder eben nicht. So jetz nochmal zurück. Eine Ebene besteht aus unendlich vielen Punkten, man muß sie sich in alle Richtungen bis ins Unendliche fortgesetzt denken. In dieser Ebene liegen Geraden. Auch diese Geraden bestehen aus unendlich vielen ...?
SS: Punkten. (14)
L: Punkten. Man muß sich diese Gerade nach zwei Seiten bis ... ins ...
SS: Unendliche.
L: Unendliche denken. Ich kann nicht sagen, die Gerade geht von diesem Heizkörper bis zu der Ecke dahinten. Was stimmt da nicht?
S: Die Gerade kann weiter gehen, überall.
L: Sie geht weiter als der Heizkörper,und sie geht weiter als die ...
S: Ecke. (15)
L: Genausowenig wie ich sagen kann, die Ebene geht von dieser Mauer bis zu ...
S: dieser Mauer.
L: dieser Mauer, sie geht weiter. Was wir uns da jeweils nennen, ist nur ein Beispiel für eine Ebene oder ein Ausschnitt aus einer Ebene, um uns eine Ebene klar zu machen. Auf der Gerade liegen unendlich viele Punkte. Welche Beziehung gilt zwischen Punkt und Gerade?
S: Ein Punkt ist ein Element der ...
L: der ...?
S: der Geraden.
L: Richtig. In der Ebene liegen unendlich viele Punkte. (16)
Welche Beziehung gilt zwischen Punkt und Ebene? Eva?
Pause.
L: In einer Ebene liegen unendlich viele Punkte. Welche Beziehung gilt zwischen irgendeinem Punkt, den ich rausgreife und dieser Ebene?
Pause.
L: Wilhelm?
S: Der Punkt ist ein Element der Ebene.
L: Richtig. In der Ebene liegt eine Gerade. Welche Beziehung gilt zwischen Gerade und Ebene?
S: Die Gerade ist eine Teilmenge der Ebene.
L: Ja, ... Damit haben wir das klar. (17)
Was ist eine Halbgerade?
Pause.
L: Stefan!
S: Eine Gerade, die von einem bestimmten Punkt ausgeht. (18)
L: Richtig. Was haben wir eben von einer Geraden gesagt? Was zeichnet eine Gerade aus?
S: Daß sie unendlich weitergeht.
L: Nach beiden ...
S: Seiten.
L: Seiten, beiden Richtungen. Was ist über eine Halbgerade zu sagen?
S: Daß sie von einem bestimmten Punkt aus nach einer anderen Richtung weitergeht.

L: Aha, das heißt also, in einer Richtung geht sie weiter, nach der anderen Richtung nicht, denn dort ist sie ja begrenzt durch einen Punkt. (19)
L zeichnet. ⊢——→

L: Frage: Wieviele Punkte gibt es in einer Halbgeraden?
S: Unendlich viele Punkte.
L: Sie ist aber doch begrenzt nach einer Seite?
S: Aber nach der anderen Seite geht sie unendlich weiter.
L: Das heißt also, wenn ich mir hier alle Punkte hindenke (L zeigt am Tafelbild in Richtung Strahlspitze) und komme zum Ende, kann ich nicht sagen: Jetzt bin ich am Ende, auf der anderen Seite kann ich ja noch beliebig viele Punkte weiterdenken. (20)
Und jetzt zeichnen wir noch eine Halbgerade. Lassen wir die Pfeilspitze mal weg, denn dadurch wird die Halbgerade ja zum Strahl, jetzt wollen wir nur Halbgeraden untersuchen. Jetzt zeichnen wir noch eine Halbgerade. Das nennen wir die Halbgerade eins und das nennen wir die Halbgerade zwei.



L: Welches geometrische Gebilde, welche Vorstellung entsteht sofort, wenn ich zwei Halbgeraden mir denke, die an einem Punkt zusammentreffen? (21)
S: Ein Winkel?
L: Aha. ... Da fehlt uns jetzt noch ein Lineal ... macht nichts, nehme ich das.
L demonstriert mit zwei Linealen einen Winkel, der oben offen ist.

L: Das ist die eine Halbgerade, das ist die andere Halbgerade. Die lasse ich an einem Punkt zusammenkommen. Dadurch entsteht zwischen diesen beiden Halbgeraden ein ...
SS: Winkel.
L: Winkel. Der Punkt, wo die beiden Halbgeraden zusammenstoßen, zusammenkommen, nennt man Scheitelpunkt des Winkels oder einfach Scheitel. (22)
Wo kommt das Wort Scheitel her? Iris?
S: Von den Haaren.
L: Richtig. Wieso hat man das Wort Scheitel von daher übertragen auf diese geometrische Vorstellung Scheitelpunkt des Winkels.
S: (unverständlich)
L: Ja, versuch das mal zu erklären mit dem Scheitel auf dem Kopf! (23)
L zeigt auf seinen Kopf.
L: Ich hab keinen(Scheitel).
S: Spitze?
L: Mm Spitze, ich weiß nicht?? Was ist denn das wesentliche an einem Scheitel, wenn jemand einen Scheitel hat? Was ist das wesentliche dadran? Kannst Du das beschreiben?
S: Der teilt die Haare.
L: Mm, vielleicht ein bißchen deutlicher!
S: Der teilt die Haare nach zwei Hälften.
L: Aha, da sagen wir mal nach zwei Seiten. Zwei Hälften ist nicht unbedingt notwendig. (24)
Es gibt Leute, die tragen den Scheitel links und es gibt andere, die tragen den Scheitel mehr rechts, und selten hat ein Mann einen Scheitel genau in der Mitte. Bei Mädchen ist es was anderes, da ist der Scheitel öfter in der Mitte, das hängt mit der Frisur zusammen, die sich hier so eingebürgert hat. Aber es war was Richtiges dran. Der Scheitel teilt die Haare, oder vom Scheitel aus legt man die Haare, kämmt man die Haare nach zwei Seiten. Jetzt übertragt mal das auf unser geometrisches Gebilde hier! Auf unseren Winkel. Warum heißt das Ding Scheitel? (25)

S: Weil die Haare da nach zwei Seiten gehen
SS lachen.
L: Ha, jetzt sind wir bei ...
S: Weil die Geraden da nach zwei Seiten gehen.
L: Halbgeraden.
S: Halbgeraden.
L: Weil die Halbgeraden vom Scheitelpunkt aus nach zwei ...?
S: Seiten.
L: Seiten gehen. Richtig. Die beiden Halbgeraden, die diesen Winkel bilden mit dem Scheitelpunkt, nennt man ... Schenkel! (26)
L demonstriert wieder mit zwei Linealen.
L: Wo kommt das Wort Schenkel her, aus der Umgangssprache, aus der Alltagssprache?
S: Von den Knochen.
L: Was meinst Du denn damit?
S: Oberschenkel.
L: Oberschenkel, Unterschenkel, richtig. Wieso hat man dieses Bild genommen (L demonstriert wieder) vom Schenkel. Wo liegt denn der Oberschenkel, zeig mal!
S zeigt.
S: Hier!
L: Ja, hier, (zeigt) von der Hüfte bis zum Knie. Und der Unterschenkel dann bis zum ...
S: Fuß. (27)
L: Knöchel, richtig. Was hat denn das mit dem Winkel zu tun, Schenkel?
S: Die kann man auch knicken am Knie.
L guckt seine Lineale an.
L: Knicken? Kannst Du diesen Schenkel knicken?
L hält Lineal hoch.
S: Nein, ich mein am Knie kann man die Schenkel auch so machen, daß sie wie ein Winkel sind.
L: Am Knie nicht. Das ganze hier nennt man Schenkel.
L zeigt am Bein abwärts.
L: Nicht das hier (L beugt Knie), das Knicken ist für den Begriff des Schenkels nicht wichtig. (28)
Pause.
S: Man kann sich ja auch so hinstellen.
L: Was entsteht denn, wenn ich mich so hinstelle?
S: Äh .. ein Winkel zwischen den Beinen. (29)
L: Aha, und wo ist der Scheitelpunkt des Winkels? Wo kommen denn die beiden Schenkel zusammen? Wie heißt denn diese ... der Teil der Anatomie? (Lachen) Das Becken, noch nicht gehört? ... das Becken, ja? Im Becken (L zeigt) oder hier im Hüftgelenk kommen die beiden Schenkel zusammen und diese beiden Schenkel bilden einen ...?
SS: Winkel.
L: Winkel. Den kann ich ganz klein lassen.
L grätscht mäßig.
L: Und beim Spagat ... kann ich ihn ganz groß machen. Wie groß wird er höchstens? Wie groß wird er höchstens dieser Winkel? Das geht aber nur bei Zirkuskünstlern.
S: 90^{o}.
L demonstriert mit Beinen.
L: Das krieg ich auch hin! 180^{o}. (30)
Da ist schon ein anderer Begriff hineingekommen, über den wollen wir uns später unterhalten, nämlich über ...
SS: Grad.
L: Grad. Also der Begriff Schenkel kommt ebenfalls aus der Alltagssprache. So. Jetzt zurück zu unserem Problem "Ebene".
L demonstriert wieder mit den Linealen.

L: Da haben wir den Winkel, Scheitelpunkt, die beiden Schenkel.
L legt die Lineale auf den Boden.
L: Wenn ich jetzt diesen Winkel in diese Ebene verlagere, ja Ihr könnt es Euch vorstellen, oder wir nehmen als Ebene nicht den Fußboden, sondern einen Gruppentisch. (31)
Das wäre also eine solche Ebene. Das heißt also, daß der Winkel (L legt Lineale auf Tisch) in der Ebene ... liegt. Welche Beziehungen gelten jetzt zwischen den Punkten des Winkels und den Punkten der Ebene?
Pause.
L: Karin!
S: Daß die Punkte des Winkels Teilmenge von der Ebene sind, weil sie ja in der Ebene liegen.(32)
L: Welche Punkte ... das ist richtig ... Welche Punkte meinst Du denn jetzt als Punkte des Winkels; kannst Du das mal hier am Beispiel zeigen? Komm mal an den Tisch und zeig's mal. Die Punkte des Winkels sind Teilmenge der Punkte der Ebene.
S zeigt auf Linealen imaginäre Punkte.
L: Also alle Punkte, die auf diesem Schenkel liegen, und alle Punkte, die auf diesem Schenkel liegen. Wie ist es mit dem Scheitelpunkt?
S: Da gehen beide zusammen, der liegt auch auf diesen ..
L: Auch auf der Ebene. (33)
Was ist denn mit den Punkten hier (L tippt auf Bank) zwischen den Schenkeln (= Linealen)?
S: Das ist ja die Ebene.
L: Ja, und jetzt sind wir an der Frage angelangt: Was versteht man unter einem Winkel? Gehören diese Punkte hier, die zwischen den Schenkeln liegen (L tippt wieder auf Bank) gehören die zur Ebene, nur zur Ebene, nur zum Winkel, zu beiden?
S: Zur Ebene.
L zuckt die Schultern.
L: Entscheidet Euch und begründet es! (34)
S: Nur zu Ebene, sie liegen ja nicht auf dem Winkel.
L: Dann mußt Du mir sagen, was Du unter einem Winkel verstehst!
S: Den Scheitelpunkt von zwei Geraden.
L: Den Scheitelpunkt, von dem zwei Halbgeraden ausgehen.
S: Ja. (35)
Pause.
L: Wilhelm!
S: Die Punkte gehören zum Winkel und zu der Ebene, denn der Winkel liegt ja in der Ebene.
Pause.
S: Wenn ein Winkel Teilmenge der Ebene ist, dann müssen auch die Punkte des Winkels ...
L: ... Elemente der ...
S: ... Ebene E sein.
L: Das war schon unheimlich mathematisch das da. Nochmal! (36)
S: Wenn der Winkel Teilmenge der Ebene E ist, dann müssen auch die Punkte des Winkels Elemente der Ebene E sein.
L: Jetzt aber noch die Frage, die wir beim Peter nicht klären konnten: Was gehört denn jetzt alles zum Winkel dazu?
L zeigt an Linealen.
L: Der Punkt (L deutet auf Scheitel), alle Punkte eines Schenkels plus alle Punkte des einen Schenkels (L deutet auf Lineal) vereinigt mit allen Punkten des anderen Schenkels, und jetzt kommt die entscheidende Frage: Plus alle Punkte zwischen den Schenkeln oder ohne? (37)
S: Ja zwischen den Schenkeln ...
L: ... gehören dazu?
S: Ja.
L: Wieviele Punkte sind das denn?
S: Unendlich viele.
L: So daß also die Punkte, die zu einem Winkel gehören, die einen Winkel ausmachen, ebenfalls eine sogenannte Punktmenge bilden. (38)

L: Wir haben also eine Ebene als Punktmenge, wir haben eine Gerade als Punktmenge, wir haben eine Halbgerade als Punktmenge und wir haben einen ...

S: Winkel.

L: Winkel als Punktmenge.
L geht zur Tafel.

L: Hier haben wir nochmal unseren Winkel. Und die ganze Menge dieser Punkte, die zu einem Winkel gehören, bezeichnet man mit einem kleinen griechischen Buchstaben Alpha. Als Namen für Winkel nimmt man kleine griechische Buchstaben und da schreiben wir uns einige auf. (39) Und zu Hause probiert Ihr mal die Buchstaben so ungefähr 10, 15 Stück zu malen, so,wie im ersten Grundschuljahr versucht Ihr, Buchstaben zu schreiben. Ich schreib den Buchstaben mal ganz groß. Und ich sag Euch dazu, wie groß er geschrieben werden müßte, original. Zunächst schreib ich ihn mal normal klein. Der Buchstabe Alpha hat die Größe von unserm deutschen kleinen a. (40)
Ich mal ihn mal ganz groß, damit Ihr mal das Schriftbild seht.
L zeichnet an Tafel.

L: Er kommt so herunter, macht dann eine Schleife. Malt mal! Da mal ich ein kleines a hin und da ein E, das heißt bei a fang ich an und bei E bin ich zu Ende. (41)
L zeichnet Buchstaben ein.

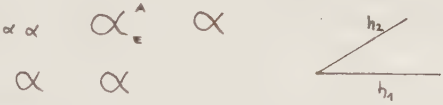
(42)
L geht von S zu S und kontrolliert die Alphas.

L: Bei Dir ist das nicht ganz richtig, diesen Winkel und diesen hast Du viel zu sehr gequetscht, dadurch sieht das ganze viel zu sehr nach unserem deutschen a aus. (43)
Mal hersehen! Nicht zu steil ansetzen an diesem Punkt, nicht zu steil ansetzen!
L demonstriert an Tafel den Schriftverlauf von Buchstaben Alpha.

L: Nicht zu steil ansetzen, klein bißchen schräg!
L demonstriert noch ein Alpha.
Pause.

L: Das a und das E kannst Du weglassen, das hab ich nur hingeschrieben für Euch. Das kannst Du weglassen. (44)

Gesamtes Tafelbild:



L: So, jetzt malt es mal genauso klein wie unser kleines deutsches a, nicht so groß malen, sondern so klein, wie unser kleines deutsches a, das ist zu groß, ne, genau halb so groß. Hintendran ans Ende der Zeile schreiben wir dann: Alpha, denn wir müssen ja wissen, wie die Dinger heißen. (45)

L: A, l, p, h, a das ph spricht man als f, alfa.

SS: Alfa Romeo.
L kontrolliert weiter Alphas. (46)

L: Der nächste Buchstabe ist vergleichbar unserem deutschen scharfen s. Das ist die Grundlinie unserer Zeile: Das ist der nächste Buchstabe, der heißt Beta.
L an Tafel.

(47)

S: (unverständlich)
L demonstriert Verlauf von Beta an Tafel ohne Kreidespur.

L: Hier unten wie unser deutsches s.
Pause. (48)

L: Wenn ich jetzt diese beiden Wörter Alpha und Beta zusammenrücke, dann entsteht daraus das Fremdwort: Alphabet, unser ABC. Alphabet ist das griechische Fremdwort für ABC, das ABC. Die beiden ersten Buchstaben des griechischen Alphabets haben dem ganzen den Namen gegeben. Das Alphabet. Der nächste Buchstabe ist Gamma.
L demonstriert an Tafel.

γ gamma

SS: Wie Ypsilon. (49)
L: Der Name heißt Gamma. G, a, m, m, a (50)
Pause. (51)
L: Der nächste Buchstabe ist Delta.
L demonstriert.

δ D

L: Etwa dasselbe wie hier unser großes D anfangen. Nur wird dieses Ringelchen so groß, so groß wie ein normales deutsches a, ich schreibe mal ein deutsches a nebendran. (52)
SS: Wie heißt das Ding?
L: Damit Ihr die Größenbezeichnung habt
S: Delta?
L: Delta, ja. (53)
... dieses Delta ist Euch bekannt. Nie was von einem Delta gehört?
SS: Delta Queen.
S: Wie eine Abzweigung vom Fluß, die mehrere Mündungen hat.
L: An welcher Stelle des Flusses?
S: An der Einmündung.
L: An der Mündung ins ...
S: Meer.
L: An der Mündung ins Meer. (54)
Frage: Wie kommt man denn vom griechischen Buchstaben Delta zur Flußmündung? Zu dieser Deltamündung? Deltamündungen sehen ja meistens so aus:
L demonstriert an Tafel.

L: Das ist der <u>große</u> griechische Buchstabe Delta. (55)
L zeichnet an Tafel.

Δ

L: Der große! Das sind alles Kleinbuchstaben, die wir jetzt aufschreiben. Das ist das große Delta, und das sieht dann aus wie so eine ... Flußmündung, wie eine Deltamündung. Der nächste Buchstabe ist Epsilon.
L schreibt an.

ε

L: Das kennt Ihr schon. Dieses Epsilon ist eben das Zeichen für Elementbeziehung. (56)
Das kennt Ihr schon. Dieses Epsilon kann man entweder so malen...
L malt.

∈

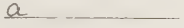
L: ... oder so malen.
L malt.

ε

L schreibt hinter die beiden Epsilon ein deutsches a zum Größenvergleich.
L: Beide Zeichen sind gebräuchlich.
SS buchstabieren sich das Wort Epsilon. (57)
L: Epsilon, ja.
L schreibt an.

epsilon

L: Mal das andere hier auch.
L geht zu den Gruppen und einzelnen Schülern.
L: Das Wort Epsilon heißt auf griechisch: dünnes oder schmales e, deshalb hab ich's auseinander geschrieben, nicht in ein Wort e psilon, psylos heißt dünn, schmal, griechisch. Epsilon ist also das schmale e. (58)
Es gibt auch ein breites Äta.
L demonstriert die Breite mit den Armen.
L: .. so heißt das. (unverständlich). Nun ich habe eben gesagt, beide Zeichen sind gebräuchlich in diesem Alphabet. Für die Mathematik hat man sich geeinigt auf eins von den zweien, welches?
S: Das ... Elementzeichen. (59)
L: Richtig ... dann hat man das erste als Elementbeziehungszeichen deklariert und das zweite als Name für einen Winkel. Also klammert Euch das Elementbeziehungszeichen ein, so daß das andere als gültig stehen bleibt. Nicht durchstreichen, sondern nur einklammern!
Pause.
L: In Zukunft malen wir also bei Winkelnamen dieses runde Epsilon mit den Schleifchen in der Mitte, hier mit den Schleifchen in der Mitte. (60)
L deutet auf Bögen des Epsilon an der Tafel.
L: So noch einen Buchstaben, dann reicht's vorerst. Das wäre das Tau.
L zeichnet an
L: Zuerst mal nochmal unseren Buchstaben a



L: das Tau

L: nichts anderes als die untere Hälfte von einem t. Also ein i als i anfangen und oben so einen geschlängelten Querbalken drübersetzen. (61)
Pause. (62)
L: Tau.
L schreibt an: tau
Pause.
L geht von Bank zu Bank und kontrolliert die Schreibübungen. (63)
L: Das ist Hausaufgabe für nächstes Mal: Runtersetzen die Dinger auf kleines Format. Schreibt Euch hintendran oder an den Anfang der Zeile jeweils den Namen des Buchstabens mit den deutschen Buchstaben und dann schreibt Ihr Euch hintendran den entsprechenden Buchstaben, das heißt also Beta, dann wird das Beta so groß gemalt. (64)
Gamma, dann wird das Gamma so groß gemalt, Delta, dann wird das Delta so gemalt. Bei Epsilon wird das Epsilon so groß. Zuerst den deutschen Namen hinschreiben, also den Namen des Buchstabens hinschreiben. Doppelpunkt und so 10 bis 15 von der Sorte hintendran, damit Ihr nicht zu groß werdet.
L demonstriert die Buchstaben nocheinmal an der Tafel.
Pause. (65)
L: So, jetzt machen wir Erstklässlerunterricht. Bleistift hinlegen! Jetzt malen wir die Buchstaben in die Luft.
SS stöhnen.
L: So, hersehen! Ich mal's einmal vor, dann malt Ihr's nach, und mit dem Nachmalen sprechen wir den Namen. Also der erste Buchstabe wäre Alpha, ne.
L dreht sich mit dem Rücken zur Klasse und schreibt mit einem kurzen Lineal ein großes Alpha in die Luft, die SS imitieren die Bewegung. (66)
L dreht sich wieder zur Klasse.
L: So, und jetzt mal alle, damit Ihr den Schwung reinkriegt. So, jetzt malen wir's nochmal und sagen dazu Alpha.
L dreht sich wieder zur Tafel, schreibt Alpha in die Luft und spricht mit der Klasse zusammen.
L + SS: Alpha.
L: Der nächste wäre? Beeeta, nochmal!
SS: Beeta.

L: Dann käme?
SS: Gammma.
L: Mit dem Schwänzchen da oben dran, nicht vergessen! Nochmal! (67)
SS: Gammma.
L deutet schwungvoll 'Schwänzchen' an.
L: Mit dem Schwänzchen da oben. Dann käme? Delta.
L deutet Delta an.
SS: Delllta.
L: Dann käme?
L + SS: Epsilon.
L: Nochmal!
SS: Epsilon.
L: Und dann das?
SS: Tau.
L: Tau.
L schreibt es.
L: Das Tau muß man in zwei Zügen schreiben, ne. Die anderen schreibt man alle in einem Zug. Das Tau muß man absetzen, weil man den Balken da drüber geben muß. Klappt das? (68)
SS: Mm.
L: Gut. Nochmal zurück zu unserem Problem: Wir haben gesagt: Ein Winkel wird gebildet von einem Scheitelpunkt, den nennen wir S ...Großbuchstaben ... und zwei Schenkeln. Jeder Schenkel ist eine Halbgerade. (69)
Wir haben sie genannt: h_1 und h_2. Die beiden Halbgeraden gehen vom Punkt S aus. Dann haben wir gesagt: Dieser Winkel besteht aus einer Punktmenge, und zwar ist das zunächst mal dieser Punkt S (L deutet auf Punkt S an der Tafel), zu dieser Menge gehört zunächst mal der Punkt S. (70)
Alle Punkte auf der Halbgeraden h_1, alle Punkte auf der Halbgeraden h_2 und alle Punkte zwischen diesen beiden Halbgeraden (L deutet drauf) zwischen diesen beiden Schenkeln. Ober die Anzahl dieser Punkte haben wir gesagt: Die Menge dieser Punkte ist ... unendlich. Dieser Winkel liegt mit all seinen Punkten in einer ....?
S: Ebene.
L: Ebene. (71)
Wie sieht die Ebene bei meiner Zeichnung aus. Wo liegt, wie liegt diese Ebene? in unserer Zeichnung hier? Dietmar zeig's mal.
S geht zur Tafel und zeigt Schenkel.
S: Hier, hier.
L: Ich will die Ebene wissen. Ich will nicht den Schenkel oder den Winkel dazwischen oder den Scheitelpunkt wissen. Zeig's ganz genau oder sag's, wenn Du's nicht zeigen kannst, dann sag's, formulier's. Wie liegt diese Ebene? Kannst Du irgendein Bild, eine Erklärung geben für diese Ebene? (72)
S: Sie ist unendlich.
L: In welcher Richtung?
S: In eine.
L: Doch sie geht in alle Richtungen weiter. Kannst Du mir eine von diesen Richtungen zeigen?
S zeigt in Richtung Fenster.
L: Also in Richtung Fenster. Ja? Oder eine andere Richtung, in die die Ebene unendlich weitergeht?
S zeigt zur Decke.
L: Ja, zum Beispiel. Oder? Nach unten zum Boden zu. Kannst Du das Klassenbuch so halten, daß es in die Ebene zu liegen kommt?
L reicht S das Klassenbuch.
S legt das Buch flach an Tafel. (73)
L: Richtig. Liegt das jetzt ganz genau in der Ebene? Ich mein also, ganz genau in die Ebene können wir's nicht legen. Warum nicht?

S: Es liegt dann über der Ebene.
L: Oh, sagen wir es anders.
S: Auf.
L: Anders! (74)
Pause.
L: Wenn ich das Klassenbuch so auf die Tafel halte...
L nimmt S das Buch ab, der S setzt sich.
L: ... Wenn ich das Klassenbuch so auf die Tafel halte, liegt das Klassenbuch dann streng mathematisch genommen in der Ebene dieses Winkels, in dieser Ebene?
S: Nein, es paßt nicht ganz.
L: Wie müßte es liegen, daß, was müßten wir holen, wen müßten wir kommen lassen, um das Klassenbuch in die Ebene zu legen?
S: Den ... die Tafel rausholen, so daß das Klassenbuch rein. (75)
L: Richtig. Das Klassenbuch in die Tafel versenken, so daß die Oberfläche des Klassenbuchs genau bündig, sagt der Handwerker, genau plan ist mit der Oberfläche der Tafel, dann wär, dann läg das Klassenbuch genau in der Ebene, es liegt. Es liegt ... nicht genau, es liegt genau so wie die Ebene. Das heißt genau genommen bildet das Klassenbuch eine zweite Ebene. Genau genommen, ja? (76)
Aber es gibt zwischen der Ebene, in der die Tafel liegt und der des Klassenbuchs gibt es eine Beziehung. ...(unverständlich)...
L demonstriert Klassenbuch an Tafel.
Pause.
L: Wie nennt man denn zwei Geraden, die genau dieselbe Richtung und genau dieselbe Orientierung haben?
L nimmt zwei Lineale hoch und hält sie parallel senkrecht vor die SS hin.
L: Heike!
S: Parallelen.
L: Wie?
S: Parallelen.
L: Richtig. (77)
Und genauso kann ich sagen, es gibt zwei Ebenen, die liegen ...?
SS: Parallel.
L: Parallel. Und wenn ich das Klassenbuch auf die Tafel halte, dann ist die Ebene,in der die Tafelfläche liegt und diese Ebene,in der das Klassenbuch liegt, dann sind diese beiden Ebenen genau....?
L + SS: Parallel.
L: Ja. Und nun das nächste Problem, das überlegt Euch bitte zu Hause für die nächste Stunde: Was ist denn mit dem einsamen verlorenen Rest der Ebene...
L zeigt auf Tafelteil, der den Ergänzungswinkel zu dem gezeichneten Winkel Alpha bildet.
L: ... in der unsere Tafelfläche liegt? (78)
Wir haben gesagt, das hier (L schraffiert Winkelbereich Alpha) einschließlich der Punkte, die auf den Halbgeraden, also auf den Schenkeln liegen, das hier gehört zu einem Teil der Ebene E (L schraffiert noch weiter) und dieser Teil der Ebene E ist der Winkel ... Alpha. Frage: Was ist das andere?
Pause.
SS: Mmm.
S: Das ist auch ein Teil der Ebene, das ist bloß nicht dieser Winkel, da haben wir jetzt eine Halbgerade hereingezeichnet, aber das ist auch ein Teil von der Ebene E, die andere Seite.(79)
L: Ja, das andere war nicht ganz deutlich, das zweite, was Du gesagt hast, das erste war richtig, das ist auch ein Teil der Ebene ... E.
S: Auf der einen Seite nach links ist sie begrenzt die Ebene E durch den ...
L: Nein, nein, nein, jetzt fängst Du an zu ketzern, Freundchen. Wir haben festgelegt: Eine Ebene ist nach keiner Seite begrenzt. Eine Ebene hat unendlich viele ...?
SS: Punkte.

L: Punkte. Wenn Du anfängst zu ketzern, kommst Du in den Kirchenbann. Das stimmt, ja, ja, das stimmt, dann kommst Du in den Kirchenbann. (80)

S: ... das ist von einem bestimmten Punkt ...

L: Nein, die Ebene ist nicht begrenzt. Das ist furchtbar schwer, sich das vorzustellen, ich weiß es. Es ist furchtbar schwer, sich vorzustellen, daß eine Ebene nicht begrenzt ist, weil wir mit unserem begrenzten Verstand sofort Grenzen suchen, ja?
SS lachen.
Du kannst Dir einfach keine Ebene richtig vorstellen. (81)
Sobald Du versuchst, Dir die Ebene richtig vorzustellen, kommst Du mit Deinem Auge irgendwohin und Du sagst: ja, jetzt hört sie auf. Nehmen wir an, Du stehst auf dem Schiff auf dem Meer, dann siehst Du bis dahin, wo das Meer und der Himmel zusammenkommen, und das ist für Dich ...?

S: begrenzt.

L: Ja, das ist für Dich Schluß. Ja und jetzt darüber hinauszudenken, darüber, was Dein Auge sieht hinauszudenken, den Schritt zu tun, das ist schwer. (82)
Das müssen wir uns unbedingt vor Augen halten, deshalb habe ich die ganze Stunde wieder angefangen mit dem, was wir vor Wochen gemacht haben, das ist furchtbar schwer, sich das einzuprägen. Man muß sich das sagen. Man muß es eben glauben. Wir verstehen's nicht.

S: Alpha ist Teilmenge der Ebene E.

L: Stimmt. Stimmt.

S: Man kann aber nicht sagen, daß der Rest der Ebene E wäre eine Restmenge, geht auch wieder nicht, denn das andere ist ja eine Teilmenge, - ist ja keine Restmenge da.
Pause. (83)

L: Nochmal Wolfgang. Das Problem ist richtig. Das Problem besteht darin: Wir haben eine Ebene E. Wir nehmen uns aus dieser Ebene E einen Teil heraus. Dieser Teil ist genau abgegrenzt. Die Grenzen sind der Punkt S, alle Punkte auf der Halbgeraden h_2 und alle Punkte auf der Halbgeraden h_1.
L malt noch einen Winkelbogen um Alpha, dann
Gong. (84)

L: Hier nehmt das mit, das sind Aufgabensammlungen. Nehmt das mit und verteilt es drüben in Eurem Klassensaal! (85)

Ende.

Unterrichtsprotokoll Nr. 2

Jg.-Stufe 6 Bg 6/5 Datum: 6. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Winkel"
Lehrer: B

Aufzeichnung beginnt kurz nach Stundenbeginn (1)

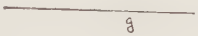
L: Nenne mal ein Beispiel, wo es solche Halbgeraden eigentlich gibt, in Wirklichkeit!

S: Strahlen der Sonne?
L: Richtig, aber nur diejenigen, die nirgends aufkommen, die Strahlen, die auf die Erde kommen, sind keine Strahlen sondern Strecken. Richtig, sind Strecken! So.
L wischt Tafel aus, auf der eine Halbgerade eine Strecke und eine Gerade gezeichnet sind.
L: Gib mal an, aus welchen Einzelteilen eine Gerade, eine Strecke und eine Halbgerade zusammengesetzt sind! (2)
S: Aus Punkten.
L: Jawohl, eine Menge aus Punkten. Und die größte Menge aus Punkten, mit denen wir arbeiten, kennt Ihr auch?
S: Eine Fläche?
L: Anderes Wort!
S: Eine Ebene.
L: Jawohl, wir wollen also in Zukunft diese Tafel als Ausschnitt einer Ebene betrachten, die sich hier ins Unendliche erstreckt, ne, klar? Also die Ebene als Punktmenge. (3)
Wenn ich also hier einen Punkt P habe, setz das richtige Zeichen!
L schreibt an die Tafel

$P \ldots E$

L ruft einen S
L: Ja, sag was!
S: Teilmenge?
L schreibt kommentarlos jedoch: $P \in E$

L zeichnet eine Gerade g



L: Wenn ich habe eine Gerade g? Oberleg mal!
SS: (murmeln) Teilmenge.
L schreibt $g \subset E$

L: Begründe, warum das Teilmenge ist und nicht Element! Oberleg mal!
L deutet auf einen S (4)
S: Weil die - eh - (lachen) Weil die Gerade ja aus Punkten besteht.
L: Ja, die Gerade ist ja selbst eine Menge, sie besteht ja auch aus einzelnen Punkten haben wir gesagt, ne, also Teilmenge.
L geht zur Tafel, zeichnet Halbgerade h_1
L: Und hier diese Halbgerade? Zeichen?

L schreibt

$h_1 \quad E$

S: Teilmenge.
L: Jawohl.
L trägt Zeichen ⊂ ein.
L: Auch eine Teilmenge, müssen wir uns also merken. Vorbemerkung. (5)
L wischt Gerade und Halbgeradenbilder wieder weg.
L: Jetzt etwas Konkretes. Ich habe hier eine Menge A.
L zeichnet einen Kreis mit Buchstaben A an.

L: Diese Fläche umfaßt also diese Punkte, die hier auf dieser Ebene in diesem Bereich liegen. Also A ist?
L schreibt an Seitentafel.

A ... E

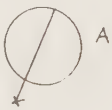
(6)

S: Geschnitten?
L: Nein, paßt genau auf! Hier ein Zeichen, sucht Euch eins aus! ∈
S: Teilmenge. ⊂
L: Laut! ∩
S: Teilmenge.
L: Ja, ein Teil dieser Ebene, auch eine Teilmenge, so ein Stück von dieser Ebene.
L schreibt Zeichen ⊂ an.
L: Jetzt die Aufgabe: Teile mit Hilfe einer Geraden diese Menge A in 2 Teilmengen! Die Teilmengen müssen nicht gleich groß sein, wenn nur aus dieser Menge (L deutet auf Tafel) 2 Teilmengen entstehen, durch eine Gerade g. (7)
Pause.
L: Ja, mach's mal, komm!
S zieht einen Strich von oben nach unten, hört jedoch in der Hälfte der Tafel auf.

$P \in E$
$g \subset E$
$h_1 \subset E$
$A \subset E$

L: Weiter durchziehen, wenn's eine Gerade ist! Einverstanden? Zeig mal die beiden Teilmengen von A!
S deutet auf die beiden Hälften.
L: Einverstanden?
SS: (murmeln) Ja, ja.
L: Klar, jetzt haben wir zwei Teilmengen durch diese Gerade, so!
L wischt aus.
L: Jetzt wird's schwieriger! (8)
Teile diese Menge A mit Hilfe einer Strecke in zwei Teilmengen! Bertram!
S kommt an die Tafel, zeichnet so:

L: Jawohl. Teile sie mit Hilfe einer Halbgeraden!
L wischt Strecke wieder weg.
L: In zwei Teilmengen! Ursula.
S zeichnet so:



Leiser Protest aus der Klasse.

L: Nicht ganz korrekt!

S wischt das x aus und zieht die Linie weiter bis zum Tafelrand, so:

S: Sie fängt hier an

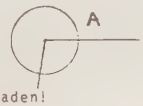
L: Jawohl, das war richtig.

L deutet auf Tafel.

L: Andernfalls wär's ja eine Strecke gewesen. Sie hat ja 2 Begrenzungen gehabt, darf nur eine haben. So jetzt wird's schwierig! Teile diese Menge mit Hilfe von einer Halbgeraden h_1 und einer Halbgeraden h_2 in 2 Teilmengen! Es ist nicht nur eine Halbgerade, sondern 2. Oberlegt gut! (10)

L ruft einen S auf.

S zieht 2 Halbgeraden so:



L: Einverstanden? Zeig mal die Halbgeraden!

S: Eins, zwei

S deutet auf h_1, dann auf h_2.

L: Richtig! Also sind's 2 Teilmengen. Zeig mir sie mal!

L ruft S auf.

S zeigt an Tafel richtig.

S: Diese und diese.

L: Jawohl. (11)

L wischt Tafelmitte aus.

L: Jetzt haben wir nicht mehr unsere kleine Menge A sondern unsere Ebene. Ihr sollt diese Ebene oder einen Ausschnitt daraus durch 2 Halbgeraden in 2 Teilmengen teilen.

(Gemurmel der SS, die sich auf die Aufgabenstellung vergegenwärtigen wollen.)(12)

L: Holen wir die Tafel als Ebene, sollst Du auch zwei Teilmengen machen. 2 Halbgeraden, dürfte ja nicht schwerfallen jetzt. Ja, Fröhlich, lehn Dich nicht gegen die Wand, gell!

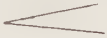
S kommt zur Tafel.

L: Mal's hierhin, dahin an die Stelle!

S malt so:

(13)

L: Jawohl. Wir malen das jetzt nicht gerade so in der Form sondern etwa so:



L wischt senkrechte Halbgerade weg, zeichnet neu.

L: Beide gehen ins Unendliche. Zeig mir mal die beiden Teilmengen!

S kommt nach vorn, deutet auf Teilmengen.

S: Diese und diese.

L: Jawohl. Also schreiben wir hier noch h_1 und hier h_2

L schreibt Buchstaben an. (14)

L: Diese eine Teilmenge, die hier liegt, wollen wir so bezeichnen.

L schreibt Alpha.

L: mit Alpha.

L zeichnet Bogen ein.

L: Alpha ist ein griechischer Buchstabe und heißt soviel wie a. Jetzt haben wir noch die 2. Teilmenge.

L zeichnet Bogen ein und Beta.

L: Die Teilmenge Beta, sieht aus wie ein Sz, klar? Jetzt einen Namen müssen wir uns suchen für diesen Punkt hier.

L deutet auf Scheitelpunkt des Winkels. (15)

L: Für diesen Punkt wollen wir einen Namen finden. Ich male es Euch zum Vergleich an.
L malt:

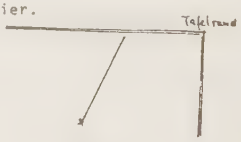
S: Scheitel!
L: Wie kommst Du darauf?
S: Weil bei den Haaren, wenn man da, wo die aufhören, in der Mitte ist das der Scheitel.
L: Richtig. Das ist der Scheitel. Oder S nennen wir den.
L trägt Buchstaben S ein.
L: S ist der Scheitel, wo die Halbgeraden entspringen, ne? So, jetzt müssen wir noch einen Namen finden für diese Halbgeraden. (16)
L deutet auf h_1, h_2.
L: Da mach ich wieder eine Zeichnung, wo auch so etwas auftaucht.
S: Ein Strichmännchen.
SS lachen.

L: Ja, Ihr sollt Euch mal fragen, ob hier so eine ähnliche Situation auftaucht wie an der Zeichnung.
L deutet nach links auf Winkelbild.
L: einen Namen finden. Ja?

L: Zeig mir mal auf dieser Zeichnung, was diesen Halbgeraden entspricht! So ungefähr im Aussehen. (17)
S kommt nach vorn und zeigt auf Beine des Strichmännchens.
L: Zeig doch drauf! Ja. Wie nennt man denn diese Teile beim Menschen? Vor allen Dingen die oberen Teile.
SS: Schenkel.
L: Richtig, die nennt man Schenkel. So und jetzt: Wir haben immer gesagt, Teilmengen der Ebene wären das Alpha und Beta, die haben einen anderen Namen. Wie nennt man denn das, wenn ich eine Hose habe, das wär sie ...
L malt Hose mit Winkelhaken.
L: ... und hier ist so was eingerissen? (18)
S: Loch, muß ich mir eine neue kaufen.
L: Wie man dazu sagt!
S: Loch.
L: Kein Loch. Guck doch an, wie das hier ist.
S: Ein Riß, ein Winkel.
L: Ja also, Alpha und Beta sind Winkel. Also Oberschrift für heute ist also "Der Winkel". (19)
L schreibt an.

Der Winkel

L: Zeig mir noch einmal die Winkel, die wir hier gezeichnet haben! Heike, ja! Ich sag ja, Du kommst gut ins Bild hier.
S: Hier und hier.
S zeigt an der Tafel die Winkel. Dabei deutet sie auf Punkte in den Winkelfeldern mit dem Zeigefinger.
L: Jawohl. (20)
Kann man mit Hilfe einer Halbgeraden auch Winkel erzeugen?
SS überlegen.
L: Ob man mit Hilfe <u>einer</u> Halbgeraden auch Winkel erzeugen kann!
SS: ... mit einer?
L: Mit <u>einer</u> solcher Halbgeraden, kannst Du da auch einen Winkel erzeugen?
S: Ja, ja.
L: Ich mal's mal an, hier.



S zeigt einen Winkel am Tafelrand.

L: Nein, die Tafel interessiert ja nicht. Dieser Rand ist ja nur da, weil wir nicht so groß zeichnen können, ne? Oberlegt mal ganz genau! (21)

S: Es gibt keinen!

L: Da wär ich nicht einverstanden damit.

S: Hier.

S deutet auf Scheitel S.

L: Das ist ein Punkt.

S: Hier.

S deutet auf einen anderen Punkt der Halbgeraden.

L: Das ist eine Stelle, auch ein Punkt auf der Halbgeraden.

S: Also, wenn das ja hier kein Ende hat...

S deutet auf Halbgerade, die am Tafelrand ankommt.

S: ... dann könnt man das so:

S malt mit nassem Finger eine Bogenspur.

L: Ich will Euch mal eine Hilfe geben. Stellt Euch mal vor, diese Halbgeraden kommen sich immer näher.

L deutet auf die Schenkel, die einen immer kleineren Winkel bilden sollen. (22)

L: Die beiden. Zeig mal den Winkel in dem anderen Beispiel, der entstanden ist!

S zeigt an der Tafel mit dem Finger einen imaginären Schenkel links vom Kreidestrich.

L: Ja, es ist ja nur einer da, Du malst ja einen zweiten.

S: Die Strecke ist der Winkel.

L: Nein.

S: Weil, wenn die sich näher kommen, dann gibt es ja nur noch einen.

L: Hast recht, richtig. (23)

Die Strecke selber wird der Winkel, die Strecke wird dann ganz klein, ist dann die Strecke selber, aber der 2. Winkel ist auch noch da.

S: Noch einer?

L: Ja, wir haben hier auch zwei Winkel Alpha, ist nicht mehr da, der liegt hier drin.

L deutet auf Linie.

L: In der Geraden unsichtbar.

L ruft S auf.

S zeigt oben am Tafelrand den anderen Winkel.

L: Die falsche Stelle hast Du gezeigt. Hier ist der Punkt S

L zeichnet ihn schnell ein.

S: Dann eben so.

S zeigt mit der Hand einen Bogen um S.

L: Jawohl. Alles jetzt auf der Tafel ist Winkel Beta, Winkel Alpha ist praktisch nicht mehr da, ne? (24)

SS: Ah, so, ja.

L: Aber das sind Sonderfälle von Winkeln, werden wir später sehen.

L wischt Sonderfall aus.

L: Wollen wir zuerst mal unseren Tafeltext formulieren. Ich laß also jetzt Lücken und Ihr ergänzt dann, ne? - hoppla. Ah, noch etwas. Zeig mir mal die Vereinigung der beiden Halbgeraden h_1 und h_2! Ihr wißt ja: h_1 und h_2 sind Mengen, Teilmengen der Ebene. Du sollst mir mal die Vereinigung dieser beiden zeigen. Vereinigungsmenge. Jutta! (25)

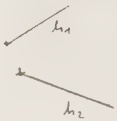
S: Hier
S zeigt den Bogen bei Alpha.
L: Das ist der Winkel Alpha. Fröhlich!
S: Hier.
S zeigt auf Punkt S.
L: Das ist der Punkt. Vereinigung! Zeig mir mal, fahr mal, zeig mir mal mit dem Finger die Menge h_1, jawohl, zeig mal die Menge h_2.
S zeigt. (26)
L: Jetzt zeig mal die Vereinigung beider Mengen!
S zeigt auf Punkt S.
L: Das ist ein Punkt, ein gemeinsamer Punkt
S zeigt auf Bogen von Beta.
L: Das ist der Winkel Beta. Garnicht schwer. Ihr werder Euch wundern, wie leicht das ist.
S zeigt kleine Teilstücke von h_1 und h_2 im Bereich der Bogen. (27)
L: Schaut mal her. Das fällt Euch schwer, jetzt noch, Mengenlehre ist schon lang her.
L malt folgendes an Tafel:

$A \cup B$

L: Wir haben hier die Menge A und hier eine Menge B. Umfahre einmal die Vereinigungsmenge A vereinigt B hier!
S: Herr B, Herr B!
L: Ich weiß, daß ich Herr B heiße. Die Leute im Fernsehen wissen das auch.
L ruft einen S auf.
S zeigt an der Tafel die Schnittmenge. (28)
L: Was hat er gezeigt?
S: Den Durchschnitt.
L: Richtig.
S: Hier das.
S zeigt richtig die Vereinigungsmenge.
L: Jawohl. Jetzt zeig mir mal die Vereinigung dieser beiden Mengen h_1 und h_2!
SS rufen, knipsen mit Fingern.
S zeigt richtig.
L: Jawohl. (29)
Die beiden Geraden zusammen. Wenn der Maikäfer von hier nach hier wandert...
L deutet auf h_1 und h_2
L: ... dann läuft er über die Vereinigung beider Mengen. Das kommt jetzt nämlich beim Text vor. Ich muß schön schreiben, damit die im Fernsehen das auch lesen können.
(Murmeln)
L: Ihr werdet Euch wundern, wie schön ich schreiben kann.
(Lachen) (30)
L schreibt an:

Die Vereinigung zweier
..... Halbgeraden
h_1 und h_2 teilt die Ebene.....

L: Suche mal hier die Lücken zu füllen. (31)
SS flüstern.
L: Ja, überlegt mal. Mal liest: Die Vereinigung zweier Halbgeraden.
Pause.
L: Was ist das Charakteristische dieser Halbgeraden? Ich male mal 2 andere Halbgeraden hin.



(32)

L: Zeig mir mal hier Winkel, die entstanden sind! Worin besteht denn der Unterschied zwischen beiden Zeichnungen? Heike?
S: Die da, die haben keinen Winkel.
L: Warum denn nicht?
S: Weil sie nicht an einem Punkt zusammentreffen.
L: Richtig. Zwei von einem Punkt ausgehende, ne? Das müssen wir dabeisagen.
L füllt die Lücke mit den Worten:

von einem Punkt ausgehend

(33)

L: Wir können auch weglassen! Nämlich hier steht drin: Die Vereinigung zweier Halbgeraden. Da ist ja schon praktisch ausgesagt, daß sie zusammen entspringen, sonst ist das keine richtige Vereinigung, ne?
S: Das könnte man in Klammern schreiben, so hört sich das ...
L: Ah laß das nur, das ist jetzt klar. Wir wissen, das geht von einem Punkt. Teilt die Ebene. Jetzt fehlt noch etwas:
S: In 2 Teilmengen.
L: Richtig. In 2 Teilmengen, ne?
L schreibt an: (34)

in 2 Teilmengen

L: Diese Mengen haben aber Namen, genau wie Du einen Namen hast. Schaut an die Tafel hier!
S: Alpha und Beta.
L: Richtig. Ich schreib hintendran, wie es ausgesprochen wird.
L schreibt:

α (alpha) und β (beta)

(35)

S: Herr B, wenn Sie bei Beta das a weglassen und das zusammenlesen, heißt es Alphabet.
L: Richtig. Alphabet kommt daher. A und B sind die ersten Buchstaben. Alpha, Beta griechisch Alphabet, da kommt das her.
SS: Aah.
L: Wie sagen die griechischen Kinder, wenn sie auf die Toilette müssen? Können noch nicht richtig schwätzen?
S: Alpha, Alpha.
L: Richtig. Wir haben es da viel leichter, sagen AA
SS lachen.
L: So! (36)
L schreibt an:

Die Teilmengen α und β heißen ...

L: Jetzt zeichnen wir solche Gebilde, die wir mit Alpha und Beta bezeichnet haben; denkt an die Hose!
S: Winkel.
L: Richtig.
L schreibt an:

Die Teilmengen α und β heißen Winkel

L: Schreiben wir mal ganz groß. Ein wichtiger Begriff, mit dem Ihr Euch noch lange herumplagen müßt.
L liest im Manuskript nach. (37)
L: So, S, Name für diesen Punkt S hier.
S: Scheitel.
L: Richtig.
L schreibt Wort

S = Scheitel der Winkel α und β

(38)

L: Jetzt kommt h_1 und h_2, auch einen Namen! Denkt dran, ich wäre jetzt so zwei Halbgeraden!
SS: Halbgeraden, zusammen, Vereinigung.
L: Keine Vereinigung. Wie nennt man die Halbgeraden zusammen? Die haben einen gemeinsamen Namen. Wir haben uns den eben erarbeitet. Denkt an das Strichmännchen!
S: Gerade, Schenkel!
L schreibt an:

h_1, h_2 = Schenkel der Winkel α u. β (39)

L wischt Tafel rechts sauber.
L: Nenne mir die Elemente, die kleinsten Teilchen, aus denen eigentlich ein Winkel aufgebaut ist.
S: Aus Punkten.
L: Richtig. (40)
Also Winkel sind Punktmengen.
L schreibt an: Winkel sind Punktmengen

L: So, wir wollen jetzt einmal einige griechische Buchstaben kennenlernen, die wir für Winkel bezeichnen. Also hier, das kennt Ihr.
L schreibt an: α β
L: Alpha, Beta, jetzt, das ist Gamma (Heiterkeit) γ δ (41)
Jetzt gibt es noch Delta. Wo ist Euch der Begriff Delta schon einmal vorgekommen?
S: Beim Flugzeug.
L: Begründe einmal, warum man das so nennt, Delta-Flugzeug, Delta-Flügel!
S: Es gibt ja auch die Flugzeugsprache. Schlüsselsprache, heißt auch Delta, Alpha. (42)
L: Die Delta-Flugzeuge sehen etwa so aus.
L zeichnet.

L: Hier der Rumpf, hier diese Flügel. Was hat denn das für eine Ähnlichkeit mit diesem Delta?
L deutet auf griechischen Buchstaben.
Pause.
L: Garkeinen. Nämlich, das ist der kleine Buchstabe Delta. Der große Buchstabe im Griechischen wird so gemacht.
L zeichnet Delta.

Δ

L: Daher kommt dieser Name Delta, ja?
S: Das gibt's auch bei Flüssen, wenn ...
L: Richtig! Wenn hier eine Küste ist, kommt hier ein Fluß, der gabelt sich hier ein Flußdelta, ne? Dreieck.
L zeichnet.

(43)

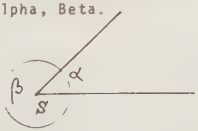
S: Ist aber nicht griechisch.
L: Müßt griechisch lernen jetzt, geht nicht anders. Könnt Ihr der Mama wieder sagen, heute haben wir Griechischstunde gehabt. Was gibt's noch für ... ah hier.
L schreibt an die Tafel: ε epsilon

L: Hört auf zu schwätzen! - Epsilon ein griechisches E. Und jetzt kommt noch Tau. (44) τ
Pan Tau vom Fernsehen, ein griechisches T, Ihr seht, die Ähnlichkeit ist ziemlich groß mit unserem T, es gibt noch mehr, z.B. - pscht - ja, Omega.
L schreibt:

ω

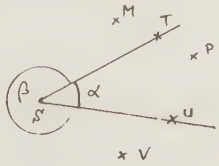
L: Ein M, ein O, ein O.
(Unruhe)
L: Was gibt's denn noch?
S: Was heißt denn Gamma?
L: Ein griechisches G, ein G (45)
L malt: Π

S: Herr B, bei den Osterkerzen gibt's das auch: Alpha und Omega.
L: Anfang und Ende heißt das, ne? Das ist der letzte Buchstabe im griechischen Alphabet das O.
L deutet auf Omega.
L: Die Reihenfolge ist anders. G kommt an dritter Stelle, D erst später. Das ist nicht die Reihenfolge wie wir ...
S: Bei den Wörtern braucht man da immer nur an den ersten Buchstaben zu denken?
L: Ja ungefähr. (46)
Da ist ein Pi (L deutet auf Π), ein griechisches P, dann gibt es noch ein μ Nü (Unruhe) ein .. äh, wie geht das noch schnell, ein Mü μ , also, das braucht Ihr Euch nicht alles zu merken, nur so mal ein Eindruck.
L wischt Omega, Pi, Nü, Mü aus, läßt Alpha, Beta, Gamma, Delta, Epsilon, Tau stehen.
S: Warum machen wir denn das alles auf griechisch?
L: Ja, ja - das ist so festgelegt, damit man gleich an der Schreibweise erkennen kann, wenn ein solcher Buchstabe auftaucht, ist ein Winkel damit gemeint, ne? Ein Winkel. Mit solchen Buchstaben sind immer Winkel gemeint. (47)
S: Herr B, schreiben Sie die Buchstaben auf deutsch hin!
L: Wir machen die auf griechisch!
S: Oh, ooh.
L: So, lies mal den Tafeltext hier, soweit wie wir gekommen sind! - Nicht jammern! Rainer!
S: Die Vereinigung zweier von einem Punkt ausgehender Halbgeraden h_1 und h_2 teilt die Ebene in 2 Teilmengen Alpha und Beta. Alpha und Beta heißen Winkel. (48)
S gleich Scheitel, der Winkel Alpha und Beta. h_1, h_2 gleich Schenkel der Winkel Alpha und Beta.
L: Und Winkel sind Punktmengen. Ich male jetzt - die Zeit reicht ja noch - wieder hier an, einen Winkel, S, Alpha, Beta.
L malt an:



L: Ich zeichne jetzt Punkte ein, ... was gibt's denn da zu gucken? (49)
SS lachen.
L: Ich zeichne also jetzt Punkte ein und Ihr bestimmt,zu welcher Menge sie gehören! Also, da haben wir den Punkt P.
L zeichnet die Punkte nacheinander ein.
L: M, T, U, V. Ich schreibe sie jetzt hier hin.
L schreibt Buchstaben links an Tafelrand. (50)
L: Wir wollen sie zuerst einmal untersuchen in Bezug von Alpha. Also M Alpha

M α
T
P
U
V



L: Was schreibst denn Du da schon? Du kriegst nachher noch Zeit zum Schreiben ... (51)
Also gib mir das Verbindungszeichen an zwischen M und Alpha!
S: Nicht Element.
L: Jawohl.
L schreibt an.

$$M \notin \alpha$$

L: T?
S: Element
L: Richtig. Auch die Punkte auf den Schenkeln gehören zum Winkel. Müssen wir uns merken.
L schreibt an:

$$T \in \alpha$$

L: P?
S: Nicht Element.
L: Von Alpha? Guck mal genau. (52)
Pause.
L: Zeig mir mal mit der Hand den Winkel Alpha!
S zeigt den Bogen in Alpha.
L: Nicht nur das!
Anderer S zeigt spiralig die ganze Fläche des Winkels Alpha.
L: Genau. Die ganze Fläche bis ins Unendliche hinaus gehört zu Alpha. Ich mache nur den Bogen hier rein, damit man weiß: Von dem zu dem Schenkel ist der Winkel (deutet an Tafelbild) ne? (53)
S: Teilmenge.
L: Nicht Teilmenge!
S: Element.
L schreibt an:

$$P \in \alpha$$

S: Element
L: Ja.
L schreibt an:

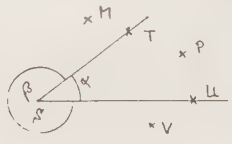
$$U \in \alpha$$

S: V ist nicht Element.
L: Richtig.
L schreibt an:

$$V \notin \alpha$$

L: Jetzt hab ich hier schlecht gemalt, wir müssen Platz lassen. (54)
L wischt Tafelbild mit Winkeln teilweise aus, und zeichnet dasselbe Bild weiter rechts.
L: So, jetzt wollen wir das Ganze in Bezug von Beta setzen.
L schreibt fünfmal Beta untereinander, so daß das Tafelbild am Ende so aussieht:

$M \notin \alpha \mid \beta$
$T \in \alpha \mid \beta$
$P \in \alpha \mid \beta$
$U \in \alpha \mid \beta$
$V \notin \alpha \mid \beta$



L: Also M, Punkt M?
S: Nicht Element.
Protest aus der Klasse: Element, Element.
L: Klar, liegt doch hier drin im Winkel Beta!

L trägt Elementzeichen ein

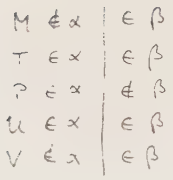
$M \notin \alpha$

L: T?
Pause. Gemurmel. (55)
S: Element
L: Warum?
S: Es liegt auf der Geraden h_1.
L: Und die liegen auf beiden Winkeln dann, ne? Es ist ja so: Wenn Du sagen würdest, T würde nicht zu Beta gehören (L deutet auf T), kann man sich ja einfach den Winkel Alpha wegdenken, und wo wäre dann zugehören, dann würde der Winkel Beta ja noch bestehen. Also Element.
L schreibt Zeichen unter das vorige. (56)
S: Nicht Element.
L schreibt Zeichen: $\notin \beta$

SS: Element.
L: Jawohl.
L trägt Zeichen ein.
S: Element.
L trägt ein.
L: Als was können wir denn diese Schenkel jetzt eigentlich auffassen, nachdem wir gesehen haben, daß die Punkte auf dem Schenkel sowohl zur Menge Beta als auch zur Menge Alpha gehören?
L deutet auf Winkelbereiche.
S: ... die Schenkel ... Schnittmenge (unverständlich).
L: Richtig. Die Schenkel sind die Schnittmenge von den beiden Winkeln, wo sie gemeinsam haben. (57)
Schreiben wir jetzt noch drunter, wo haben wir sie denn?
L sucht Papiere.
S: Herr B, noch eine Frage!
L: Ja?
S: Der Winkel heißt Beeeta, oder Betta?
L: Betta.
L schreibt an:

$\Rightarrow \alpha \cap \beta = h_1 \cup h_2$

L: Wer kann denn das lesen auf deutsch?
S: Daraus folgt: Alpha geschnitten Beta gleich h_1 Vereinigung von h_2. (58)
L: Richtig. Diese Menge, die Vereinigungsmenge dieser Geraden ist dasselbe wie die Schnittmenge beider Winkel, ne? Es ist gemeinsam. Die Schenkel sind beiden gemeinsam. Die gehören sowohl zu Alpha als auch zu Beta. Jetzt muß ich das hier nur etwas sauberer malen.
L wischt rechtes Winkelbild völlig aus, zeichnet dasselbe neu weiter rechts.(59)
L: M war ... hier, ne? Das war T, das war P, U, V. Das war h_1, h_2.
Ist das jedem klar.
L deutet auf linken Tafelteil.
L: Das M bezieht sich also hier, das geht so durch: M nicht Element von Alpha aber von Beta. So!
S: Herr B!
L: Ja? (60)
S: Beta hat eigentlich mehr Vorteile.
L: Warum?
S: Ei weil das nur <u>ein</u> Element nicht hat und Alpha zwei Elemente.



L: Wer kann denn das erklären? Warum hier öfters Element.
S: Oh, Herr B, die liegen ja ganz anders.
L: Ja. Hier liegen 2 Punkte (L deutet auf M und V). Hier sind 2 Punkte gezeichnet und hier (L deutet auf P) nur einer. Wenn ich hier noch einen reinzeichnen würde, würde es übereinstimmen. (61)
Ich habe es nur hier druntergezeichnet, damit man sieht, daß Beta auch hier unten ist.
L zeigt auf Bereich um V.
L: Alles hier ist Winkel Beta, ne?
L zeigt mit Handfläche den Bereich.
L: Also mit Bett hat es nichts zu tun, Ihr braucht nicht anfangen zu gähnen!
S: Ja also Herr B, wenn man das würd auf Hochdeutsch sagen, dann würde es heißen Betten.
L: He?
SS: (stimmen zu) Ja, ja.
L: Ja, wenn mehrere Winkel Beta,wären die Betten.
SS lachen.
L: Da sagt man die Betas, glaub ich. (62)
So, Ihr schreibt das jetzt in Euer Merkheft, ne?
S: Da oben das auch? Der Winkel?
(Gemurmel, Unruhe)
L: Ja die Oberschrift.
Pause.
L: So, ich geh derweil mal rüber gucken, ich beobachte Euch ...
(Gemurmel, Rufe, ... Unruhe)
SS schreiben Tafeltext und Bild ab. (63)

Ende

Unterrichtsprotokoll Nr. 3

Jg.-Stufe 6 Bg 6/8 Datum: 8. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Winkel"
Lehrer: C

L: So, nun - guten Morgen.
SS: Guten Morgen.
L: In der letzten Stunde hatte ich angedeutet, daß wir uns nun in der Geometrie mit ganz neuen Dingen beschäftigen werden. Und zwar - mit dem Winkel. Habt Ihr das Wort schon gehört?
SS: Ja ...
Unruhe
L: Bitte! (1)
Wer kann uns einmal sagen, was ein Winkel ist? Ja!
S: Hier, das z.B. ist ein Winkel. Die Ecken.
S zeigt in eine Ecke des Klassenzimmers.
L: Ja, hast Du jetzt die Winkel beschrieben, oder was hast Du getan?
S: Ich habe gezeigt, was ein - was ein ...
L: Gezeigt. Ich möchte ihn aber mal beschrieben haben.
S: Ein Winkel, das sind 2 Striche, die übereinander laufen.
L: Kannst Du Dir das vorstellen, Pia?
S: Nein.
S: Ja, ein waagerechter und ein senkrechter Strich.
L: Na, so ne vage Vorstellung. Georg, was meinst Du? (2)
S: Der Winkel, das ist ein Dreieck, was offen steht nach einer Seite und das kann man so abmessen.
L: Mh.
S: Ein Winkel, das sind Linien, die zusammentreffen zu einem Dreieck.
L: Ja. Miriam.
S: Ein Winkel, das ist ein Platz zwischen zwei - zwischen zwei - zwischen einem Dreieck ...
L: (Name unverständlich) (3)
S: Ein Winkel, das ist die Hälfte eines Quadrates, so quer durch.
L: Ein Dreieck. Nun, das Problem - also, ich muß ehrlich sagen, ich bin mir noch nicht so ganz im klaren, was da so ein Winkel eigentlich ist. Kann mir jemand mal einen Winkel zeigen, hier im Raum? Horst.
S: Die Ecke - von dem ...
L: Komm, komm hin!
S geht zur Tafel
S: Die Ecke von der Tafel.
L: Aha, das soll ein Winkel sein. Herbert!
S: An der Tür
S zeigt zur Tür.
L: Komm, komm, zeig! (4)
Pause.
L: Ja. Noch ein Winkel!? Bernd!
S: Oben der Winkel an der Ecke.
L: An der Ecke - ja. Oder? Marion!
S: Am Tisch.
L: Ja, da ist auch - am Tisch ist ein - Winkel, genau. (5)
S: Aber der ist nicht so - eh ... Hier an der Scheibe.
S zeigt zum Fenster.

L: Ja, ist auch einer, gut. Peter, was wolltest Du noch sagen?
S: Ein Winkel, ein Winkel, der ist doch eckig und nicht rund.
L: Ja, der ist also ... wenn man's ganz grob sieht, ist hier ein Winkel, ja - aber wichtig ist vor allen Dingen - das hat er gut festgestellt -, daß man, wenn man's ganz genau nimmt, hier die Ecken zusammenstoßen müssen und nicht abgerundet sind. (6)
Nun, hier habe ich drei Gegenstände! Sind da auch Winkel dran?
L zeigt auf 2 Tafeldreiecke und einen aus Draht geformten Kerzenständer, die auf dem Pult liegen.
S: Ja ... ja.
L: Corinna, guck mal!
S geht zum Pult und nimmt ein Geodreieck in die Hand.
Mehrere SS durcheinander: Ne, kener.
Andere SS: Doch, doch!
L: Dreh Dich bitte zur Klasse hin! ... (unverständlich) ...
SS durcheinander: Nein, ja.
L: So, bitte! Wo meinst Du?
S zeigt an dem rechtwinkligen Tafeldreieck die beiden Katheten.
SS durcheinander: Is kener!
L: Das soll ein Winkel sein?
SS durcheinander: Ne, is keiner!
L: Was meint ... ja sag! Jürgen, was meinst Du?
S: Es ist ein Winkel.
L: Natürlich, das ist doch auch ein Winkel.
L zeigt rechtwinkliges Tafeldreieck.
S: Das ist sogar ein rechter Winkel.
L: Schaut mal hin. Sieht der nicht so aus wie Dein Winkel, den Du gezeigt hast?
L nimmt das rechtwinklige Tafeldreieck und hält es an die Ecke der Tafel (7)
S: Eh, doch.
L: Ist auch ein Winkel. Oder?
S: Bloß man muß ihn richtig ...
L: Da ist ... das ist eckig, ganz genau.
L zeigt auf Scheitel des rechten Winkels.
S: Aber das andere ist abgerundet.
L: An dem ist es abgerundet, ja.
L zeigt auf einen der spitzen Winkel.
L: Nehmen wir an, es wäre spitz.
S: Darunter ist ..
L: Wo ist das noch ein Winkel an diesem Gerät, hier? Was - was meint Ihr, Astrid! Ist da noch orgendwo ein Winkel dran?
S: Ach so!
L: Ich halt's mal so rum fest.
L hält Tafeldreieck am Griff zur Klasse hin.
L: Was meinst Du - noch irgendwo ein Winkel!?
SS durcheinander: Ja ... ne, ja ... (8)
L: Wer was weiß ... Stefan! Nein?
S: Doch - doch.
L: Wer meint doch? Pia! Komm mal her!
S geht zum L und zeigt am Tafeldreieck einen der spitzen Winkel.
S: Hier!
SS: Ne.
L: Aha! Also hier, hier drin irgendwie ein Winkel, ja. Ist das keiner? Peter
S: Ein Winkel, der muß ... eh, so laufen, nicht so.
S beschreibt rechten Winkel in die Luft.
L: Muß er das?
S: Eh!
Mehrere SS: Nein - nein.
S: Doch, das ist ein Winkel, aber es ist kein rechter Winkel. (9)

L: Aha, Du hast schon mal was über Winkel gehört. Es ist ein Winkel. Ist das auch ein Winkel?
L zeigt auf den anderen spitzen Winkel.
Mehrere SS: Ja. Ja.
L legt Tafeldreieck zurück auf's Pult und nimmt ein anderes spitzwinkliges Tafeldreieck in die Hand.
L: Wo sind da Winkel? Marion?
S kommt zum Pult.
S: Hier - und da und das.
S zeigt die Winkel am Dreieck.
L: Ja. So und ...
S zeigt Winkel in den Durchbrechungen des Tafeldreiecks.

L: Das sind auch Winkel. Guck mal, ist das auch einer?
L zeigt auf einen stumpfen Winkel in einer Durchbrechung des Tafeldreiecks.

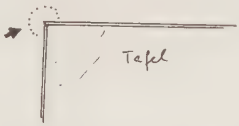
SS: Ne, ja.
L: Hier!
S: Ja.
L: Und der hier?
L zeigt auf einen weiteren Winkel in einer Durchbrechung des Dreiecks.
SS durcheinander: Ja - ja. (10)
L: Da hab ich hier ein Gerät. Sind da auch Winkel dran?
L nimmt den Kerzenständer aus Draht zur Hand.

SS: Ja - ja - nein - doch - ja.
L: Heike! Komm mal her! Hintenrum. Und zeige sie!
S: Hier!
S zeigt an dem Gerät einige Winkel.
L: Guck mal, der Roman hat gar nichts gesehen.
S: Da
S zeigt wieder Winkel am Gerät.
L: Du meinst also hier - dazwischen -
S: Es sind 6 Winkel.
L: Oder auch hier dazwischen.
S: Ah ja.
L: Ja? Schau da, hier zwischen ist auch ein Winkel.
S: Abgerundet. (11)
L: Da das gleich ... da das symetrisch ist, also gleichmäßig, ist hier der Winkel genau dergleiche wie der hier und genau dergleiche wie der hier. Aber noch einer - Winkel, der von diesem verschieden ist, der hier dran ist.
SS melden sich laut.
L: Bernd!
S geht zum L und zeigt den Winkel.
S: Die da, da!

L: Ja, wenn von hier vorne gesehen - dieser Winkel. Könnt Ihr ihn alle sehen?
SS: Ja ... ja.
L: Zwischen diesen beiden langen Stäben. Wo ist noch einer?
S: ... und oben.
L: Karsten! (12)
S geht nach vorne und zeigt.
S: Da!
L: Aha!
S: Ich sehe gar nichts!
L: Hier, hier hat der Karsten gezeigt. Nun - dieser Winkel hier unterscheidet sich doch offensichtlich von diesem Winkel hier.
L zeigt auf eine Ecke der Tafel.
SS: Ja, ... ja, das ist ja ein rechter ... warum ...
L: Warum, das wollen wir - das wollen wir später sehen, welcher Unterschied da besteht. Aber noch einmal auf die Frage am Anfang zurück: (13)
Wer kann mir jetzt sagen - beschreiben: Was ist ein Winkel? Einfach mal beschreiben - mit Worten In der Mathematik sagen wir auch definieren.
S: Ein Winkel ist - sind zwei Linien, die an einem Ende zusammenlaufen.
S: Spitz zusammenlaufen.
L: Mh, gar nicht schlecht.
S: An einem Ende spitz zusammenlaufen.
L: Ist das der Winkel? Sind das - die Linien sind Winkel, sagst Du also?
S: Nein. Der Winkel ist der Punkt, an dem die - eh - beiden Linien zusammentreffen. (14)
L: Ja, also ein Punkt wäre ein Winkel. Aber keiner hat gesagt: Da ist der Winkel. Ich habe niemand gesehen, der gesagt hat, hier ist der Winkel.
L zeigt an der Tafelecke.
L: Sabine hat gesagt. Das ist der Winkel, und Du sagst, der Punkt sei der Winkel. Das - ist das also genau, was Du meinst? Ist das genau, was er sagt?
Pause.
L: Ne, nicht so ganz. Vera!
S: Es ist die - wenn man an den beiden Linien, so - eh. Es ist - das sind die beiden Linien - das sind Winkel.
L: So? (15)
L zeigt an der Tafelecke.
L: Ja, und was ist damit? Mit dieser Fläche da drin? Ist da auch Winkel?
L zeigt an der Tafelecke.
S: Ist keine Ecke - ist keine Ecke da.
L: Ist keine Ecke da. Wieso denn? Von dieser Fläche ist da die Ecke und das ist genau da hinten auch
S: Ja, in der Fläche meine ich.
L: In der Fläche ist keine Ecke.
S: Ein Dreieck.
L: Wo ist denn da ein Dreieck? Ich habe bis jetzt nur eine Linie und da eine Linie.
L zeigt eine Seite und Oberkante der Tafel.
L: Und die dritte Linie - wo ist die? Ist auch nicht da. (16)
S: Muß ein Winkel immer 2 Linien haben? Eine Linie sein, die man eh, eh, spitz gebogen hat, daß eine Ecke drin ist.
S: Ja, da sind wieder zwei, da sind's wieder 2 Linien!
L: Genau. So ... Karsten!
S: Ein Winkel ist immer, wenn eine waagerechte Linie und eine senkrechte Linie zusammenstoßen ...
L: Gut - was ist denn waagerecht?
S: Waagerecht ist so ...
S beschreibt entsprechende Linie in die Luft.
L: Ja.
S: ... und senkrecht ist so
S beschreibt senkrechte Linie in die Luft.

L: So - Karsten meinst also, immer, wenn eine waagerechte und eine senkrechte Linie ... - schaut mal hin! (17)
L nimmt Tafeldreieck und hält es so, daß die Hypotenuse senkrecht steht.

L: Schaut mal hin! Ist die waagerecht?
S: Eh.
SS sprechen durcheinander.
L: Ist die senkrecht?
L zeigt den anderen Schenkel des Dreiecks.
S: Das ist ein rechter Winkel.
L: Aha, das ist ein rechter. Ihr habt also schon was von recht .. gibt's einen linken Winkel?
SS: Ja, ne ...
L: Ihr sagt: Rechter Winkel, dann muß es auch einen linken Winkel geben oder?
SS durcheinander, lachen: Eh, ja.
S: Recht, das ist ein -, das ist nichts rechts. Das ist eine andere Bedeutung - eine, eine Gerade.
L: Ja. Also, es ist eine andere Bedeutung, hat nichts mit rechts und links zu tun, ja? (18)
Aber eine andere Frage: Wie ist das hier, wenn wir den Winkel hier nehmen. Ist das auch ein Winkel?
L beschreibt einen Bogen außen um die Ecke der Tafel.



Mehrere SS durcheinander: Nein - doch - wo dann?
L: Hier herum! Ist das auch ein Winkel?
L zeigt wieder das Gleiche.
SS: Nein, das ist keiner, ne.
L: Meint Ihr?
S: Das ist
S: Doch, innen drin das. So. Ja, innen drin die Ecke.
L: Dieser hier ist ein Winkel. Und der hier? Ist kein Winkel?
L beschreibt Bogen des Winkels am Rand der Tafel.

S: Nein, ist ja rund.
L: Und der hier auch nicht?
SS: Nein, nein.
L: Und wenn wir - ich halte das Blatt mal dahinter, daß Ihr besser seht. Das hierherum - ist das auch kein Winkel? (19)
L hält Blatt Papier hinter das Tafeldreieck und beschreibt auf dem Papier mit der Hand den Bogen des Ergänzungswinkels zu 360^{0}.

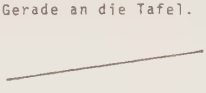
SS: Nein - nein - doch - nein.
L: Kein Winkel?
SS: Nein - nein ...
S: Aber Herr C - aber z.B. hier - da oben an der Ecke - so, so rum - das ist ein Winkel.
S beschreibt Bogen des Winkels in der Türecke.
S: Das ist ein Winkel.
L: Das ist ein Winkel?
S: Das da.
L: Ja, also ...
S: Ja!
L: Ja, Ihr habt ja - Ihr wißt so manches, das ist nicht so sehr genau.
S: Es ist ...
L: Also ...
S: Es ist ein Winkel, denn er ist bloß nicht mit geraden Linien gemacht - es ist mit - die Linien sind gebogen. Es ist keine Ecke.
S: Halbgerade? (20)
L: Ja, ich eh - nicht das, was ich so zeige
L beschreibt am Tafeldreieck den Bogen des Ergänzungswinkels.
L: Ich meine also, dieser Teil, ob der ein Winkel ist? Dieser Teil hier ist ein Winkel, habt Ihr gesagt - und dieser Teil hier auch?
SS: Nein - nein ...
L: Ich meine nicht den Halbkreis. Ja, das soll .. (2 Worte unverständlich) Dieser Teil, ist der auch ein Winkel?
SS: Ja - ja doch -
L: Nun, wer kann mir also jetzt einmal Winkel beschreiben? Das ist einer. Das ist auch ein Winkel - der so herum geht.
L zeigt jeweils Winkel am Tafeldreieck.

S: Doch, auch ein Winkel.
S: Aber kein rechter ...
L: Und der Winkel -
S: Aber kein rechter Winkel.
L: Ja, wir reden ja von allgemeinen Winkeln. Das ist ja auch kein rechter.
L zeigt auf spitzen Winkel am Tafeldreieck.
L: Nun die Frage: Wer kann mir das beschreiben, so daß ich, so daß der Fritz draußen auf der Straße genau weiß, was ein Winkel ist? - Nun? Karsten! (21)
S: Das sind - wenn zwei Linien also - also sich überschneiden - also zwei Linien zusammenstoßen, ist das ein Winkel.
L: Ja, so ungefähr kommt das hin, aber - merkt Ihr nicht, daß es unheimlich schwierig ist, wenn man so außerhalb der Mathematik einfach mit Worten versucht, so einen Winkel zu beschreiben. Ist doch unheimlich schwer. (22)
SS: Mh, mh.
L: Na, jeder hat so seine eigenen Vorstellungen, aber wir kommen nicht zu einem Gemeinsamen. Nun, in der Mathematik ist ja genau - ist ja auch eine Sprache - die Sprache, die ganz eindeutig, jedem verständlich sagt, das ist der Winkel, und das ist kein Winkel. Nun,gibt es einen Winkel im Raum? Wir haben ja jetzt gesehen, was Winkel sind.
S: Ja.
L: Gibt es einen Winkel im Raum?
SS: Ja, ja.
L: Wilhelm, zeig mal einen! Nimm Dir als Raum das Pult; dann kannst Du's vielleicht am besten zeigen. Da oben ist es viel zu hoch. Was meinst Du? (23)

S kommt an's Pult.
S: Wenn hier die Ecken sind, dann ist das hier alles ...
L: Zeig's mal vorne - vorne.
S: Hier, wenn das die Winkel sind, dann ist hier alles, mh.
S zeigt die Fläche auf dem Pult in der Nähe einer Ecke.

L: Ist das ein Winkel im Raum?
S: Das sind die Ecken.
S: Darum, darum.
L: Ist das ein Raum? Schaut, ich übertrage jetzt hier die Sache auf das Pult, ist ja genau dasgleiche. Frage: Ist das hier ein Winkel im Raum? (24)
S: Ja, ja.
L: Nein. Warum nicht? Wo ist denn dieser Winkel? Guckt mal ganz genau hin!
S: Auf dem Pult. Und was ist das auf dem Pult?
S: Ein Raum.
L: Ist das ein Raum?
SS: Nein, Fläche!
L: In der Fläche, guck mal! Und wenn ich den Winkel so zeige. Ist das nun ...?
L zeigt Winkel an der Vorderseite des Pultes.
S: Ne, nein.
L: Was ist das auch?
SS: Ist auch eine Fläche.
L: Ist auch eine Fläche und an der Seite?
SS: Auch - auch!
L: Gibt's also einen Winkel im Raum?
SS: Ne, ne, doch, ne.
SS: Unter - unter dem Pult. (25)
L: Ja, das heißt also,ich betrachte die Fläche von hinten.
S: Das ist doch auch eine Fläche.
L: Auch eine Fläche - auch eine Fläche.
S: Nein, ich meine -
Viele SS durcheinander - unverständlich.
L: Wie bitte?
S: An allen Ecken ist es zu und dann - eh ...
L: Kann ich - die kann ich aufschneiden, dann hab ich wieder ne Fläche.
S: Das ist genau so wie hier beim Zimmer, das ist ja auch ...
S: Hier im Raum ist ja auch alles zu.
S: Aber Herr C, wenn Sie das Lineal in die Luft halten, dann ist doch - ...
Viele SS durcheinander - unverständlich.
S: So. (26)
L: Wieso, das ist doch auch ne Fläche. Guck mal hin.
L hält Tafeldreieck in die Höhe.
S: Ach ja.
S: Herr C - Herr C!
L: Wo ist denn da der Raum?
S: Herr C: Aber wenn man jetzt so macht, dann ist ein Winkel im Raum.
S beschreibt einen Winkel mit dem Finger in der Luft.
S: Ne.
L: Das ist kein Winkel - das ist kein Winkel: Das ist ein bewegter Finger.

SS: (Verschiedene SS lachen) Das ist ein bewegter Finger im Raum.
L: Nun - also, es ist unheimlich schwierig und ganz einfach: Es gibt keinen Winkel im Raum. Einen Winkel gibt es nur in der Fläche. Nun, wenn es einen Winkel in der Fläche gibt, wo können wir ihn da hinzeichnen? (27)
S: Hier an die Tafel.
L: An die Tafel, da. Nun, das ist unsere Fläche. Was ist die Fläche jetzt für ein Raum - oder für eine -
S: Fläche.
L: Eine Menge - für eine Menge - fragen wir so. Was ist die Fläche für eine Menge? Oder - anderes Wort für Fläche, wie haben wir gesagt? Bitte!
S: Ebene.
L: Ebene! Was ist denn das für eine Menge, die Ebene E?
L schreibt E an die Tafel.
SS: Menge von Punkten - Menge - Punkte - Menge von Punkten.
L: Ja?
S: Aus Punkten.
L: Eine Punktmenge. Das haben wir ja schon gesagt. (28)
Was liegen also hier bei dieser Ebene drin?
SS: Punkte - Punkte.
L: Unendlich viele Punkte - jawohl. So, jetzt zeichne ich einmal in diese Ebene hinein -
L zeichnet eine Gerade an die Tafel.



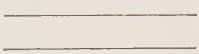
L: Was habe ich denn jetzt ... - Ah, das soll zusammen sein. - Was habe ich denn jetzt gemacht?
S: Eine Gerade.
L: Aha, Gerade - g - (29)
Nun, was tut die Gerade - mit unserer Punktmenge?
S: Die teilt sie.
L: Die teilt sie. In wieviel Teilmengen?
S: In zwei.
L: In zwei, mh, mh.
S: Aber sie kann auch vorbeilaufen.
L: Kann die vorbeilaufen?
S: Nein.
L: Kann die vorbeilaufen? Alexander?
S: Nein.
L: Warum?
S: Es ist ja nur eine Ebene angegeben - und es ist ja nur ein Raum angegeben (30)
L: Und ist die Ebene begrenzt?
S: Nein.
L: Die geht da oben weiter und die geht da unten weiter. Also, eine Gerade teilt eine Ebene in wieviel Punktmengen?
SS: In 2 - in 2.
L: In 2 Punktmengen. Wenn ich jetzt hingehe, hier einen Punkt hinlege
L zeichnet einen Punkt P auf der Geraden g ein.
L: Was hab ich jetzt aus der Gerade gemacht?
S: Zwei.
L: Wie nennen sich die?
S: Eine Halbgerade. (31)
L: Zwei Halbgeraden, ja. Eine Halbgerade hier - h_1 und eine Halbgerade hier -
S: h_2
L: h_2.

L bezeichnet die Halbgeraden an der Tafel mit h_1 und h_2.

L: So. Wer kann mir einmal diese Punktmenge hier vorne an der Tafel jetzt in 2 Teilmengen unterteilen, wobei die Teilmengen nicht gleich groß sind. Also, wir haben bisher - haben wir die Menge der Punkte in der Ebene in 2 Teilmengen geteilt, durch eine Gerade oder 2 Halbgeraden, wie sie so - wenn sie so liegen. (32)
Ja? Beide Teilmengen sind doch gleich groß. Wer kann mir jetzt diese Punktmenge in 2 Teilmengen zerlegen, wobei die Teilmengen nicht gleich groß sind? Das ist die Aufgabe!
S: Punktmenge - in 2 Teilmengen? Ach, das geht garnicht! (33)
L: In 2 Teilmengen zerlegen, wobei die Teilmengen nicht gleich groß sind. Hier sind sie beide gleich groß.
S: Das geht nicht.
L: Die Menge der Punkte ...
S: Ein Winkel ist keine Halbgerade.
L: ... ist genau die gleiche wie hier oben.
L zeigt auf der Tafel die Flächen unter und über der Geraden.
L: Volker!
S: Das kann doch gar nicht gehen. Die Ebene ist doch unendlich.
L: Ja, guck mal. Wir haben hier 2 gleich große Teilmengen - oder Punktmengen, ja? So, jetzt sollst Du 2 Punktmengen erzeugen, die beide nicht gleich groß sind, sondern voneinander verschieden. (34)
S: Herr C!
L: Moment! Gerd. Ei, komm her! Mittlere Tafel!
S: Wo soll man einfach ...
L: Mittlere Tafel. Zeichne ein!
S: Soll ich an der Tafel zeichnen?
L: Was Du meinst. Deine Punkte ... - Deine Ebene ist die Tafelfläche. So. Jetzt teile diese Punktmenge in 2 Teilmengen, die beide nicht gleich groß sind. (35)
S zeichnet.

L: Nun, was ist dazu zusagen? Du darfst Dich nicht hier festhalten. Das ist nur die Tafel - das ist ja nur ein Ausschnitt. Guck mal! Stell Dir mal vor, die ganz, die ganze Ebene hier. Alle Punkte, die hier liegen - und alle Punkte, die dort liegen - auf beiden Seiten ...
L deutet jeweils die Ebenen an.
SS: Das geht doch nicht - geht nicht!
L: Geht es nicht?
SS: Nein - nein - nein.
L: Vielleicht geht es mit einer Geraden? Frag ich mal so. (36)
SS: Ne, ne, ja doch - ne.
L: Mit einer Geraden nicht! Mit was könnte es gehen?
SS: Mit dem Winkel. - Ne, ne.
L: Was kleineres als ne Gerade?
S: Ja, mit dem Winkel könnte man ...
L: Ne, was kleineres als ne Gerade, das stimmt schon.

S: Ein Punkt.
L: Ne, ne, ein bißchen größer
S: Ein Rechteck.
S: Strich - Strich.
L: Probier's mal!
S: Halbgerade.
L: Ja, mit Halbgeraden. Probier's mal mit Halbgerade - geraden! Der Jürgen hat ja schon so was angedeutet. Da kommen wir gleich hin. Probier's mal mit Halbgeraden. (37)
Astrid, überleg mal! Versuch mal mit 2 Halbgeraden eine Punktmenge in 2 ...
S: Ja, ich weiß jetzt!
L: ... - ungleiche - zwei verschieden große Teilmengen einzuteilen. Bernd!
S geht zur Tafel und zeichnet.



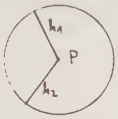
SS: (Durcheinander) Ne, ne. (38)
S: Das sind ja Parallelen.
L: Parallelen - teilen noch nicht in 2 gleich - verschiedenen große Punktmengen.
S: Herr C!
L: Zeichne's an!
S geht zur Tafel und zeichnet.

S: Ne, ne, Herr C!
L: Nun, ich sehe,es ist unheimlich schwierig. Ich mach einen -
S: Herr C!
L: Na, Jürgen, komm probier mal! (39)
S: Ich knick da am Punkt P
S zeigt an Tafelbild.
L: Ja, ja mal an!
S: Hier so! Hier ist da h_1. Hier ist der Punkt P. Und dann geht's hier weiter so, das ist dann h_2.
S zeichnet an.

L: Jawohl - jawohl. Sehn's die anderen, daß das 2 verschieden große Teilmengen sind? Mh? Wilhelm, siehste nicht? (40)
S: Ja, doch.
L: Das war ja ein genialer Einfall von Dir.
S: Ja, das stimmt aber auch nicht.
L: Stimmt's nicht? Warum?
S: Es geht ja immer weiter bis ins unendliche.
L: Ja, trotzdem. Überleg einmal! Kann diese Menge kleiner sein als diese Punktmenge, auch wenn ich die hier noch so vergrößere?

L zeigt am Tafelbild.

S: Ach ja, die wird ja auch -
L: Kann die kleiner sein?
S: Die wird ja auch noch größer.
L: Ja, wenn ich die unheimlich groß mache, kann die kleiner sein als die?
SS: Nein, ne - doch. (41)
L: Es geht nicht. Paßt doch mal auf! Wir nehmen jetzt mal einen Ausschnitt aus unserer Gesamtmenge - diesen Ausschnitt heraus. Und jetzt zeichne ich mal das Bild von Jürgen hinein. Punkt P - das ist die Halbgerade 1 - h_1 und h_2.
L zeichnet.



L: Frage: Kann diese Punktmenge größer sein als die - oder ist die größer als die?
L zeigt jeweils auf die größere und die kleinere Hälfte in seiner Zeichnung.
S: Ne, die sind gleich.
L: Sind die gleich groß?
S: Nein, aber sie haben da eben so gesagt, das habe ich nicht verstanden. Kann diese Halbgerade kleiner sein als die? Haben Sie gesagt! (42)
L: Nicht Halbgerade.
S: Eh, eh diese Fläche.
L: Gut - Gerade kann die kleiner sein als die, oder ist die kleiner als die?
SS: Ja, sie ist -
L: Ist diese kleiner als die?
SS: Ja - ne - ja, jetzt ja. Wenn man das noch größer macht, dann ist es, sie ist nicht kleiner - man kann sie ja noch erweitern - Striche gehen ja auch immer weiter - die ist nicht kleiner.
L: Gut. Oberlegen wir mal so: Wenn wir das ausdehnen auf die gesamte Ebene, kann diese Hälfte hier irgendwann kleiner werden als die?
SS: Nein - ne.
L: Nein. Also hier ist es immer größer. (43)
SS melden sich.
L: Nun - paßt mal auf! Machen wir mal so rum. Wir haben hier unsere Auswahl für - eine Fläche, legen eine Gerade durch. So.
L zeichnet.

L: Haben wir 2 gleich große ...
S: Ja.
L: Sind gleich groß. So, jetzt knicke ich die hier. Das war ja unser Ausgangspunkt - ja: Die Gerade g. Jetzt hat der Jürgen gesagt: Ich knicke - und er hat so geknickt, ja?

L: So, die Frage: Ist jetzt diese Fläche hier größer oder kleiner als die?
SS: Größer - größer - in dem Fall ist die größer. (44)
SS reden durcheinander.
L: Hier ist die größer. Kann die jemals kleiner sein als die?
SS: Ja - ne.
L: Wieso denn?
S: Ja, man kann ja auch nachher, wenn man die erweitert, kann man ja auch hingehen und die da so - so erweitern.
L: Paß mal auf - auch wenn jetzt diese Fläche unheimlich groß ist, ich habe doch von dieser Fläche so ein Stück abgeschnitten.
S: Dann ist's kleiner.
L: Und dieses Stück zu der Fläche dazugegeben. (45)
S: Dann ist die größer.
L: Kann denn die - diese hier
L zeigt an der Tafel.

L: jemals kleiner sein als die andere, von der ich ein Stück abgeschnitten habe?
S: Ja, wenn man das da wieder wegholt.
S: Nein, das kann sie nicht.
L: Jetzt, jetzt.
S: Es kann sie nicht.
L: Ist - ist diese Fläche hier jemals kleiner als die hier?
S: Herr C, aber wenn man - wenn man den Kreis, wo jetzt kleiner ist - das Stückchen, ganz vergrößert, dann ist das doch größer wie das - wie das Stück wo da ... (46)
S: vergrößert wird.
SS reden durcheinander
S: Ist dann größer.
S: Das muß doch auch vergrößert werden.
S: Ja.
L: Wenn ich - nein, nein. Ihr liegt da im Augenblick ein bißchen falsch. Wenn ich doch von einem Stück - ich habe da etwas halbiert - und nehme von dem anderen - von der einen Hälfte ein Stück weg - und füge das Stück, das ich dort wegnehme, zu der anderen Hälfte dazu - kann denn dann die andere Hälfte größer sein? Denkt an einen Kuchen! Ihr hättet hier einen Kuchen, den habt Ihr halbiert.
SS melden sich.
L: Moment bitte! ... Den Kuchen habt Ihr halbiert, ja? (47)
So, jetzt nehmen wir von der einen Hälfte, nehmen wir ein Stück weg und gibt es der anderen Hälfte hinzu. Kann diese andere Hälfte größ - mal irgendwann kleiner sein als die, wo Ihr was weggenommen habt?

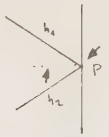
L zeigt an Tafelbild.

SS: Ne, ne.
L: Nein, genau das ist hier der Fall.
SS reden durcheinander - unverständlich.
L: Wie bitte?
S: Der Kuchen ist aber nicht unendlich. Die Ebene ist aber ...
L: Aber trotzdem, auch wenn man das unendlich macht, das wird immer so bleiben. Wenn ich von der einen Hälfte etwas wegnehme und zur anderen dazugebe ... (48)
Ihr habt doch Bruchrechnen gehabt - und da ist es doch vollkommen gleich, wie groß das Ganze ist. Ob das 10 Mark sind oder 1ooo Mark oder so - ist ja vollkommen gleich - das Ganze ist jetzt meine Ebene: Ob die 1o ooo Punkte hat oder 1oo ooo ... wenn ich zum Beispiel 2/3 nehme von dieser Ebene, dann ist 2/3 immer größer als 1/3.
S: Herr C!
L: Ja? Unabhängig wie groß nun die Gesamtmenge ist. (49)
S: Wir können's auch so machen ...
L: Jürgen!
S: ... Erst so ein ganz kleines Kästchen und dann da so ein - so eine geknickte Halbgerade dadurch machen und dann das Kästchen immer größer machen.
L: Sehr gut - das Kästchen immer größer - das habe ich versucht hier anzudeuten, ich habe hier einen Teil und der wird immer größer und das - und ...
L zeigt an Tafelbild.

S: (Kein Sachbeitrag, unverständlich)
L: So, und die Ebene wird immer größer.
Unruhe in der Klasse, einige SS lachen.
L: Nun ja, aber -
L wendet sich kurz von der Tafel ab zur Klasse. (50)
L: Wir haben also hier - bleiben wir mal hier dabei - 2 Teilmengen jetzt, ja? In der Ebene haben wir 2 Teilmengen - eine kleinere Teilmenge und eine größere Teilmenge - Roman!
S: Dann müßte man's aber so zeichnen, dann wäre es vielleicht verständlicher.
S geht von sich aus zur Tafel und zeichnet Ergänzung zum Tafelbild.

Unruhe in der Klasse, Lachen.
S: Das hier die Mitte ist. Meinen Sie das so? Ich hab gemeint, daß das hier die Mitte ist und daß das hier dann so weit an's (einige Worte unverständlich)

S zeigt an Tafelbild. (51)



L: Paßt mal auf! Wir sind doch davon ausgegangen, um zusammenzufassen, wir haben eine Ebene, die ist unheimlich groß, legen eine Gerade durch und wir erhalten - und wir erhalten 2 gleich große Punktmengen. Jetzt hatte ich die Aufgabe gestellt: Zeichnet mir einmal eine Gerade oder 2 Halbgeraden durch eine Ebene durch ... Karsten! ... So daß beide Teilmengen nicht gleich groß sind - und das ist in dem Fall gegeben, ja? Diese Teilmenge ist kleiner als diese Teilmenge. (52)

L zeigt an Tafelbild.

S: Herr C!

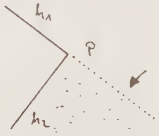
L: Und das ist nur möglich mit einer Halbgeraden - mit 2 Halbgeraden. Ich will's einmal hier - vielleicht ist's so etwas besser.

S: Herr C! Herr C!

L: Ja!

S: Da, da ist es schon richtig bei dem Kuchen, aber da, wo der Jürgen das hingezeichnet hat, da wird ja das, - wo in der Mitte kleiner ist, das wird ja oben, wo die 2 Schrägen, das wird da größer, bei der Fläche kleiner. Da ist es - oben ist es gerade, und dann geht's so schräg runter. Ist das ja - dann ist das ja kleiner wie das da, aber da ist es doch gleich groß.
S zeigt von seinem Platz aus jeweils zu den einzelnen Tafelbildern. (53)

L: Paßt mal auf! Der Roman hat hier die Linie an und für sich falsch gezeichnet. Überleg einmal so: Deine Gerade geht so, ja? und jetzt hat er die abgeknickt - er hat also hier 1/4 von der Fläche genommen
L wischt Ergänzung zu Tafelbild aus.
L zeigt an der Tafel.



S: Ja, aber ...

L: Und hat sie zu der anderen - von der Fläche genommen und hat sie zu der dazugetan.

S: Ja, dann ist es richtig.

SS: (durcheinander) Ne ... (unverständlich)

L: So mußt Du ... ne, das ist richtig so!

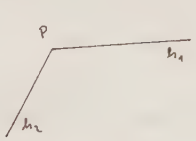
S: Herr C! ... (unverständlich) ... mal erklären, was der Winkel ist. (54)

S: Aber man kann es auch noch anders machen: Da hinten dann so und hier auch so, dann sind sie wieder gleich.
S zeigt zum Tafelbild.

L: Aber es soll ja nur eine - entweder eine Gerade oder 2 Halbgeraden sein. Komm, wir wollen jetzt nicht die Diskussion weiterführen! Also ganz einfach: Es gibt hier nur eine Möglichkeit: Entweder durch eine Gerade - wenn wir eine Ebene, eine Punktmenge durch eine Gerade teilen, wieviel - oder was für Teilmengen bekommen wir? Heike? (55)

S: Zwei gleichgroße.

L: Zwei gleichgroße. Nun, wenn wir jetzt hier in der Mitte einen Punkt wählen - d.h. wir knicken ... L zeichnet.



L: ... unsere Gerade ab, dann erhalten wir - dann sieht das etwa so aus. Was erhalten wir dann?

S: Zwei ungleich große Flächen.

L: Zwei ungleich - ja - zwei verschieden große Teilmengen - ja, das sind ja Punktmengen - Teilmengen. (56)
Nun - diese Gerade, was ist die? Oder, wie haben wir die genannt?

S: h_1 und die andere h_2.

L: Das ist eine Halbgerade, und das andere ist auch eine Halbgerade. Nun, wir können also jetzt schon mal einen Satz aufstellen. 2 Halbgeraden - teilen - was teilen die? Zwei Halbgeraden teilen ... ?

S: ... eine Ebene in 2 - verschieden große Teile. (57)

L: Verschieden große ...?

S: Flächen!

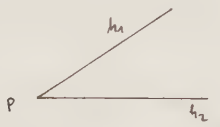
L: Genauer! Genauer!

SS: Hälften! Hälften - Ebene - Teilmengen!

L: Nein - noch besser!

SS: Ebenen - Punktmengen.

L: Punktmengen, ja. Zwei verschieden große Punktmengen. Nun, ich möchte einmal folgendes anzeichnen:
L zeichnet an der Tafel (58)



L: Was habe ich denn jetzt? Habe ich jetzt auch 2 verschieden große Punktmengen?

S: Ja - ja.

L: Genau! Und kommt Euch diese Form jetzt irgendwie bekannt vor?

SS: Ja - ja! Winkel - Winkel.

L: Wie sieht denn das aus?

S: Winkel - wie ein Winkel.

L: Aha, das sieht aus wie ein Winkel. Genau. Nun, es - gibt es jetzt - schlaue Frage - gibt es jetzt 2 Winkel in der Zeichnung, oder gibt es nur einen Winkel?

S: Nur einen Winkel.

S: Zwei Winkel.

SS: Zwei Winkel - zwei, ja! - Nur einen - zwei - Das sind ja Geraden. (59)

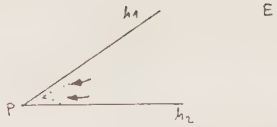
L: Gibt es also da zu diesem Winkel noch ...?

S: Ach so, ja, ja - zwei - ja.

L: Mh? Ja, Bernd. Müßte es doch geben. Nun, jetzt wollen wir aber mal genau sagen, was wir unter dem Winkel verstehen wollen. Ich glaube, Ihr wißt es eigentlich schon, was ein Winkel ist. Könnt Ihr - wer kann mir hier vorne mal den kleineren Winkel zeigen? Bernd! (60)

S: Kleinerer Winkel hier ...

S zeigt am Tafelbild.



L: Ja, hier drin. Ganz genau. So, jetzt überlegen wir: Was ist also hier drin? Oder, was kann man vielleicht unter dem Winkel verstehen? Vielleicht so rum!
S: Den Winkelbereich.
L: Was, was könnte man jetzt unter dem Winkel verstehen? Was ist denn das da drin in der Ebene?
S: Fläche.
L: Eine Fläche, eine ...?
S: Ebene.
SS reden durcheinander.
L: Ne. Fläche - durch Punkte ausgedrückt; eine ...
S: Punktfläche. (61)
L: Punktmenge, ja? So eine Punktmenge: Eine kleine Punktmenge und eine große Punktmenge der Ebene. Mh?
S: Mhmh.
L: Ihr sagt doch alle, das hier das wäre der Winkel.
L zeigt am Tafelbild.

L: So, und der Winkel ist in der Ebene ...? - Oder dieser Bereich ist aber in der Ebene eine ...?
S: Punktmenge. Also, was ist dann der Winkel?
S: 2 Punktmengen.
L: Miriam!
S: 2 Punktmengen.
L: Der Winkel ist eine Punktmenge, ist eine Punktmenge in der Ebene. (62)
So, wenn das eine Punktmenge ist (L zeigt am Tafelbild) und hier auch eine Punktmenge, wieviel Winkel gibt es denn dann in der Ebene?
L zeigt am Tafelbild.
S: Zwei.
L: Wenn man diese - wenn wir die so hinlegen, genau zwei.
S: Ach so.
L: Ja? Es gibt also hier diese - dieser Bereich, das ist eine Punktmenge, und dieser Bereich ist eine Punktmenge. D.h. also
L zeigt am Tafelbild und zeichnet.

(63)

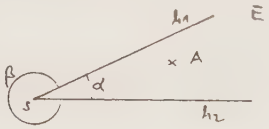
L: Diese Fläche, die zwischen diesen beiden Halbgeraden liegt ist ein ...?
L zeigt am Tafelbild.
S: Winkel - Winkel.

L: ... ist ein Winkel. Diese Fläche, die auch zwischen den beiden Halbebenen liegt, ist die auch ein Winkel?
L zeigt am Tafelbild und zeichnet.

S: Ja?!
L: Mh?
S. Ja.
L: Ist auch ein Winkel, genau, nun, diese beiden - die Halbebenen - die Halbgeraden, die haben einen ganz bestimmten Namen - schon mal was gehört? (64)
Schenkel! Das sind die beiden Schenkel des Winkels und der ist auch ein Schenkel des Winkels.
L zeigt am Tafelbild auf h_2.
L: Nun, die Winkel bezeichnet man mit griechischen Buchstaben und zwar: Den hier Alpha
L schreibt Alpha ins Tafelbild an den spitzen Winkel.
S: Omega!
L: Oder Beta, ja?
L schreibt Beta ins Tafelbild an den Ergänzungswinkel zu 360^{o}.
L: Der andere heißt Beta. Wer kann das griechische Alphabet weiter? Bernd?!
S: Gamma.
L: Gamma. (65)
SS reden durcheinander.
L: Delta.
S: Delta.
L: Alpha, Beta, Gamma, Delta, Epsilon,
Nun eine Aufgabe: Ihr nehmt Euch zu Hause das Lexikon und versucht einmal - da steht irgendwo das griechische Alphabet drin. Versucht es herauszufinden! Ja?
S: Abschreiben?
L: Nehmt's Lexikon. Versucht's herauszufinden und schreibt es als 1. Hausaufgabe auf!
SS reden durcheinander. (66)
S: Wir haben keins.
L: Habt Ihr keins? Brockhaus oder so etwas. Dann guckst Du bei nem Freund rein. Bernd!
S: Mein Bruder ist in der Abendschule, der hat genau dasselbe, der muß auch ...
L: So, jetzt noch zu der anderen Frage. Wir haben also hier unsere Winkel gehabt, ja?
L nimmt Tafeldreieck und zeigt daran auch die Winkel.
L: Der Winkel hier, wie können wir den nennen?

S: Alpha!
L: Alpha. <u>Den</u> Winkel, wie könnten wir <u>den</u> nennen! (67)
S: Beta!
L: Frage: Ist das auch ein Winkel? Hierum?
L zeigt am Tafeldreieck.

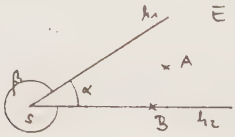
S: Ja.
L: Ja. Oder der hier! Ist das auch einer?
L zeigt weiteren Ergänzungswinkel.
S: Ja.
L: Oder der hier?
L zeigt weiteren Ergänzungswinkel
L: Margit!
Pause.
Pia!
S: Ja ...
L: Ist auch einer. Nun Frage: Wir haben gesagt eine Punktmenge. Ist der Punkt A Element des Winke
L zeichnet einen Punkt A ins Tafelbild.



SS: Ne - ja - ne (68)
L: Ist der Punkt A Element des Winkels?
S: Ja, er liegt im Winkel.
L: Schaut einmal hin! Was meinst Du nun, Roman?
S: Ja!
L: Natürlich! Warum soll - - ja? - ist doch eine Punktmenge. Ist also - A ist Element des Winkels Alpha.
L schreibt an die Tafel.

$$A \in \alpha$$

L: Frage: Ist dieser Punkt auch Element des Winkels Alpha?
L zeichnet einen weiteren Punkt ins Tafelbild.



S: Ja - nein -
L: Mh? Bernadette, was meinst Du?
S: Ja.
L: Der Punkt B. Wenn er auf dem Schenkel liegt, ist er ein Punkt von Alpha. Also B Element von Alpha. (69)
L schreibt an die Tafel.

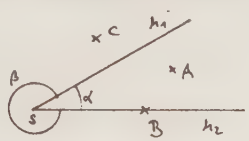
$$B \in \alpha$$

L: Ist der ganze Schenkel ein Element des Winkels?
S: Ja.
L: Element oder wie muß ich da sagen?
S: Teilmenge.
L: Roman!
S: Teilmenge.
L: Teilmenge. Also h_2 ist Teilmenge von Alpha.

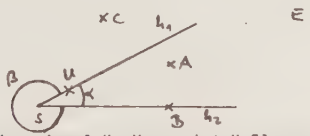
L schreibt an die Tafel.

$h_2 \subset \alpha$

L: Wie sieht es mit diesem hier aus, mit dem Punkt P? Ne, haben wir schon ... äh ... B haben wir auch schon. Nehmen wir mal den C. Ist der Punkt C auch Element des Winkels Alpha?
L zeichnet einen Punkt C ins Tafelbild. (70)



S: Ne - ne.
L: Nein. Wovon ist C Element?
SS reden durcheinander.
S: Von der Ebene.
L: Das ist klar. Alle Punkte, die da drin liegen, sind Elemente der Ebene.
S: Von Beta -
SS: Beta.
L: Was meinst Du?
S: Beta. (71)
L: Also C ist Element von Beta. Nun, wie sieht's damit aus; mit diesem Punkt?
L zeichnet einen Punkt U ins Tafelbild.



L: Nenn ich den einmal U. Wovon ist U Element?
SS: Alpha.
L: U ist Element von ...?
S: Alpha.
L: Von Alpha. Und da hat jemand was gesagt von Beta. Stimmt das auch?
SS: Ja - ja.
L: Ja. U ist auch Element von Beta. Ja, weil dieser Schenkel auch zu diesem Winkel gehört. (72)
Frage: Wie sieht's mit dem Punkt P aus?
S: Das ist auch Beta.
L: Wovon ist P Element?
SS: Beta - Alpha und Beta - Alpha und Beta -
L: Ja.
L schreibt an die Tafel.

$P \in \alpha$
$P \in \beta$

L: Genauer: Von welchen Halbgeraden?
S: Von h_1.
L schreibt an die Tafel.

$P \in h_1$

S: Ja, P ist Element von h_1
S: Und h_2 -
L schreibt an die Tafel

$P \in h_2$

L: P ist Element von h_2. Aha. D.h. also, der Punkt P ist bei 4 Mengen - bei 4 Punktmengen Element. Gut. (73)
Gesamter Tafelanschrieb.

$A \in \alpha$ $\quad P \in \alpha$
$B \in \alpha$ $\quad P \in \beta$
$h_2 \subset \alpha$ $\quad P \in h_1$
$C \in \beta$ $\quad P \in h_2$
$U \in \alpha$
$U \in \beta$

L: So, wer kann mir jetzt einmal sagen, was man unter dem Winkel versteht? - Unter dem Winkel. Ich zeichne Euch noch mal einen Winkel hier an.
Pause.
L zeichnet an der Tafel. (74)

L: Obrigens - ganz kurze Zwischenfrage: Sind die Schenkel begrenzt? Hören die hier auf?
SS: Ne, ne.
L: Was sind die Schenkel nämlich?
S: Unendlich.
L: Was sind die?
SS: Punktmengen ... (weitere Beiträge unverständlich)
L: Ja, besser! Halbgeraden. Anderes Wort für Halbgeraden! - Was wir so wissen sind ... Anderes Wort für Halbgeraden - nicht mathematisch. (75)
Ein - Strahl - ja? Sind Strahlen begrenzt?
SS: Nein - nein.
L: Nur - nur nach welcher Richtung?
S: Nach eh - ... wo sie herkommt.
L: Georg! Nur nach einer Richtung, ja? Wo sie herkommt. Du sagst es richtig.
S: Und hier ...?
L: Fällt mir grad ein: Ist das auch ein Winkel?
L zeichnet.

SS: Nein - nein - nein.
L: Was - das ist doch eine Halbgerade, - und das ist eine Halbgerade. (76)
SS: (reden durcheinander) Zusammen - zusammentreffen ...
L: Aha, die müssen unbedingt zusammentreffen. Was müssen sie haben?
SS: Eine Ecke - Spitze - Scheitelpunkt -
L: Einen Schnittpunkt - einen Schnittpunkt - ja?
SS reden durcheinander - lachen.

L: Nun - ich habe also hier wieder meinen Winkel.
L geht zu Tafelbild und schreibt jeweils Bezeichnungen an.
L: Allgemein nennt man diesen Punkt S, den Schnittpunkt. Das ist die Halbgerade h_1 und das hier h_2. Ich könnte aber auch schreiben: Das ist der Schenkel a und das ist der Schenkel b - je nachdem wie ich - ob ich halb - von Halbgeraden rede oder von Schenkeln. (77)
Nun, wer kann mir einmal jetzt definieren, was man unter dem Winkel versteht? Das hier ist die Ebene E, und ein Winkel drin. Was versteht man unter diesem Winkel Alpha?
Pause.
L: Georg! (78)
S: Unter dem Winkel Alpha versteht man 2 Punktmengen, die äh ...
L: 2 Punktmengen?
S: Eh - 2 Halbgeraden, die durch einen Schnittpunkt, - ...
L: Ist der Winkel 2 Halbgeraden? Die Halbgeraden sind doch da und da.
S: Eine Punktmenge.
L: ... Überleg mal! Gabi, was, meinst Du?
SS lachen und flüstern.
L: Mh? Was meinst Du?
Pause. (79)
Birgit!
S: Ein Winkel sind - ist ein Schnitt der Halbgeraden.
L: Nein. Die Halbgeraden sind keine Winkel. Was tun die Halbgeraden nun mit dem Winkel? Sie begrenzen ihn. Aber was ist ein Winkel genau? Schaut mal hin! Der Punkt A gehört zum Winkel! - Nicht nur die Halbgeraden. (80)
S: Wenn sich die beiden Halbgeraden zu einem Schnittpunkt eh, eh schneiden.
L: Ah? Ja, (unverständlich). Du hast einen Punkt, der muß unbedingt drin sein - der muß unbedingt drin sein. Eine Punktmenge, ja? Also, der Winkel Alpha oder der Winkel ist eine Punktmenge - wovon?
S: Von 2 Halbgeraden - von der Ebene E.
L: Der Ebene E - ja? Also Punktmenge der Ebene E. (81)
S: Die von zwei ...
L: Ich schreib mal die Stichworte an.
Pause.
L schreibt an die Tafel.

Punktmenge der Ebene E

L: Punktmenge der Ebene E.
SS: (murmeln) Die durch 2 Halbgeraden ...
L: Ja, die durch 2 Halbgeraden begrenzt wird. Gehören die Punkte auf den Halbgeraden auch dazu?
S: Ja.
L: Mh?
S: Ja. (82)
L: Gehören auch dazu. Also Punktmenge der Ebene E - zwischen - und mit den Halbgeraden: Gehören die Halbgeraden zum Winkel dazu?
S: Ja - ja.
L: Mh. Also zwischen - da ist also die ganze Fläche zwischen und mit - zwischen und mit - zwei Halbgeraden - wie nennen wir die Halbgeraden? (83)
L schreibt an der Tafel
Gesamter Tafelanschrieb.

Punktmenge der Ebene E
zwischen (und mit) zwei
Halbgeraden h_1 und h_2.

S: h_1 und h_2.
L: Carmen! h_1 und h_2 ...
S: ... die sich schneiden.
L: Preisfrage:
SS: (flüstern) Preisfrage? (unverständlich)
L: Paßt einmal auf? Preisfrage: Ich habe hier eine Fläche, das ist meine - sei meine Ebene E
L zeichnet an der Tafel. (84)

L: bildet diese Gerade auch einen Winkel? Sind da auch Winkel da?
SS: Ja - ja.
L: Sind da Winkel da?
SS: Ja - nein - ne - ne.
L: Wieso? Ich hab doch 2 Punktmengen.
S: Die eine ist gebogen, die andere ist die grad.
L: Wenn ich da den Punkt B hinlege oder S - nehmen wir S - Schnittpunkt - hab ich da irgendwo
einen Winkel? Habe ich 2 Punktmengen? (85)

S: Ja.
L: Wenn ich 2 Punktmengen habe, was muß da kommen?
S: Ein Winkel.
L: Ein Winkel.
S: Ja, wir haben doch einen.
L: Haben wir da einen? Zeig mir mal!
SS: Wo? Wo dann?
L: Zeig mal.
S geht zur Tafel und zeigt.

S: Hier.
SS: Ne.
L: Ne.
SS: Ne.
L: Ne, das ist nur die Begrenzung. Jürgen!
S geht zur Tafel und zeigt.

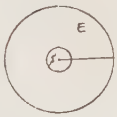
S: Hier. (86)
Pause.
L: Bitte, eine Frage: Kann man einen Winkel mit dem Finger zeigen? Das ist er.
S: Nein.
Pause.
L: Ja! Ja?
S: Man muß ihn ... (unverständlich) zeigen.
L: Berndl Ei komm, dann zeig ihn mal! Du hast vielleicht schon das Richtige gemeint.
Pause.
S geht zur Tafel und zeigt.
Anderer S: Ja.
L: Mh . . dieser ganze Teil, das ist der Winkel.
L zeichnet.

S: Ja. (87)
L: Ist da noch ein Winkel drin?
SS: Ja - ja.
L: Ja, klar. Gisela.
S: Auf der anderen Seite.
L: Der andere hier auf der Seite, der hier zurückkommt - ist auch ein Winkel - sind also auch Winkel. Noch ne Preisfrage:
L zeichnet.

L: Meine Ebene - das ist meine Ebene - meine Punktmenge E. Da hab ich jetzt sowas drin. Sei S - kann ich auch P sagen - S: Schnittpunkt.
SS: ... Halbgerade ...
SS reden durcheinander.
L: Sind da irgendwo Winkel drin?
SS: Ja - ja. (88)
L: Ich dachte immer - es müßten unbedingt 2 Halbgeraden sein.
SS: Nein - nein.
L: Frank! Komm mal her! Zeig mal.
S geht zur Tafel und zeigt.

S: Hier!
Pause
S: So.

L: Nicht so, sondern so.
L zeichnet.



L: Eine. So und wo ist die zweite? - Oder Frage: Wie groß ist denn der 2. Winkel - da muß doch noch ein Winkel dabei sein? Wenn der eine so groß ist: Wo ist denn der - denn der zweite Winkel? (89)
S: Kleiner.
L: Der ist viel kleiner. Wie klein ist denn nämlich der?
S: So.
L: Null - null, ja?
SS lachen.
L: Null - null. Was ist also mit unseren beiden -
(Gong)
Bitte! Was ist nun mit unseren beiden Halbgeraden passiert hier in dem Fall?
S: Eine Halbgerade ist es nur.
L: Und zwar nur eine Halbgerade - und beide überlagern sich. So - aus! (90)

Ende

Unterrichtsprotokoll Nr. 4a (Teilprotokoll: 30 Min. der Unterrichtsstunde bereits vorüber)

Jg.-Stufe 6 Bg 6/4 Datum: 21. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Nebenwinkel"
Lehrer: A

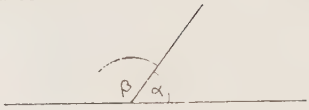
L: Was müssen wir jetzt als nächstes hineinbringen? - Die nächste Nummer?
Pause
S: Kreis.
Pause
L: Kreis. Ja, ich hätte gerne, und darüber haben wir nicht gesprochen, das ist meine Schuld, d.h. Schuld kann man nicht sagen; - aber ich hab's bis jetzt noch nicht verwendet. Ich hätte gerne noch den Begriff "Nebenwinkel" da hineingebracht. Den haben wir noch nicht gehabt. Aber, er gehört an und für sich an diese Stelle hin. Also, schreiben wir hin, "Definition", als 2. Definition Nebenwinkel.
Pause.
L schreibt an die Tafel.

2. Def "Nebenwinkel"

L: Zweitens "Definition Nebenwinkel". Und dann machen wir uns kurz eine Zeichnung. Sofort unter die Oberschrift;
Pause
und zwar zeichnen wir eine Gerade; am besten legen wir die waagerecht ins Heft, nicht zu hoch.
L zeichnet an die Tafel. (1)

L: Auf der Gerade ein Punkt S; nicht so hoch hab ich gesagt!
Pause
L: Reinhard, wenn das, was jetzt weiter kommt, hier unten drunter gezeichnet würde, dann würde ich meine Gerade hierhin legen, ne. Und da, die Tatsache, daß ich sie hierhin lege, besagt, daß was drüber kommt. Nicht zu hoch!
Pause. (2)
L geht durch die Klasse und sieht sich die Zeichnung der Schüler an.
L: Punkt S!
Pause
L: Ist das da eine oder zwei Geraden?
SS lachen.
L: Dafür kriegst Du nix, im Test. Wenn Du mal später technischer Zeichner wirst, kriegst Du auch nichts, dann kriegst Du ne Kündigung. (3)
Pause
L: So! Vom Punkt S lassen wir jetzt ne Halbgerade ausgehen, etwa so in diesem Winkel, muß nicht genau derselbe sein; er kann auch ein bißchen nach rechts oder nach links gehen.

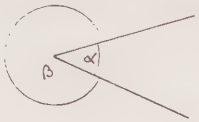
L zeichnet an der Tafel.



(4)

L: Den entstandenen Winkel hier nennen wir "Alpha", den nebendran nennen wir "Beta". Aufpassen, daß die beiden Bögen nicht gleich sind, damit man deutlich sieht, das sind 2 Paar Schuhe.
L sieht sich die Zeichnungen einzelner Schüler an. (5)
Pause (6)

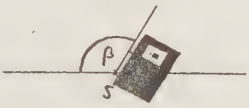
L: So, den Winkel Beta, der neben Alpha liegt, nennen wir Nebenwinkel; nur müssen wir jetzt noch erklären, beschreiben, wieso das Ding "Nebenwinkel" heißt und was man darunter versteht. Ansatz!
Pause
Zunächst nochmal; ich könnt Euch ja an diese Zeichnung erinnern:
L zeichnet an die Tafel



L: Das war so ähnlich und trotzdem nicht dasselbe, ne. Was ist denn da anders? (7)
S: Das sind zwei Halbgeraden.
L: Ja, das ist ein Winkel Alpha, das ist ein Winkel Beta. Auch der Winkel Beta liegt neben Alpha. Aber!
S: Die waagerechte Linie führt nicht durch!
L: Was is'en das? Wie nennen wir denn das? Eine ...
S: ... Strecke.
SS: Gerade.
S: Gerade. (8)
L: Eine Strecke wäre es, wenn da und da noch irgendwo ein Punkt läge, ne? Eine ...?
SS: Gerade.
L: D.h. also, in die Definition Nebenwinkel muß irgendwie das Wort ...?
SS: Gerade...
L: Gerade hinein. Das halten wir mal fest. Vorschlag!
Pause.
L: Los; ran, ran, auch wenn's falsch ist; Fehler bringen weiter. Wenn Ihr da stumm sitzt, kommen wir nicht weiter. (9)
S: Auf eine waagerechte Halbgerade setzen wir einen Punkt S. Von diesem Punkt S geht wieder eine Halbgerade aus. Diese Halbgerade, die bildet den Winkel Alpha und Beta.
Pause (10)
L: Was sagen wir dazu? Wieviel Fehlerquellen oder wieviel Möglichkeiten hat da ein Leser, was falsch zu machen?
S: Alle.
L: Net alle, aber ...?
S: Viele.
L: Ja, also müssen wir die Sache ein bißchen eingrenzen. Wir dürfen ihm nicht so viele Auswege lassen.
S: Da hat sie gesagt, von dem Punkt S aus geht wieder eine Halbgerade. Da weiß man ja nicht, geht sie runter, geht sie hoch oder geht sie von dem Punkt S aus, daß sie genau auf der Gerade liegt. (11)

L: Ach der, ach der Begriff "waagerecht" spielt keine Rolle. Die ganze Geschichte kann auch so liegen oder so.
S: Man könnte ja auch die Halbgeraden dann nach oben wie nach unten zeichnen.
L: Du kannst sie auch so legen! Die Gerade kannst Du auch so legen. D.h. die Lage spielt keine Rolle, was anderes spielt eine Rolle. Wir haben ja eben festgestellt, auf jeden Fall muß der Begriff Gerade hinein. (12)
S: Eine Gerade hat einen Punkt S. Von dem Punkt S geht eine Halbgerade hoch. Von der Halbgeraden...
L: Das Ganze riecht mir zu sehr nach, nach Beschreibung.
S: Kann ich 2 Sätze draus machen?
L: Ja natürlich, man kann sogar 5 Sätze draus machen, wenn's sein muß. Aber das Ganze riecht zu sehr nach Beschreibung. Ich hätt's aber gern, das Wesentliche hätt' ich gern erfaßt. Was ist denn das Wesentliche bei der Geschichte da; das was man net wegdenken kann! Denn wenn ich's wegdenke, dann ist das Ganze für den Mülleimer reif. (13)
S: Von einem Punkt S aus, der auf einer Geraden liegt, geht eine Halbgerade hoch. Diese Halbgerade bildet die Grenze zwischen dem Winkel Alpha und dem Winkel Beta.
L: Mh. Richtig.
S: Sie hat gesagt, den Winkel, - von S geht eine Halbgerade hoch, sie kann aber doch auch runter ... (14)
L: Aus. Egal wie. Theoretisch denkbar wäre aber auch, daß die Halbgerade so in den Raum hineingeht. Und dann entsteht ja, dadurch entsteht ja eine neue Ebene. Es ist denkbar, aber es ist furchtbar schwierig, sich das vorzustellen.
S: Ja, könnte die Halbgerade aber auch auf der Geraden liegen? Genau auf der Geraden wieder liegen, daß sie aufeinander liegen?
L: Ja, theoretisch wäre das möglich. Aber das ist schon ein Grenzfall, den kaum jemand noch verstehen wird, wenn er das andere nicht verstanden hat.
Pause (15)
L: Aber betrachten wir uns mal den Winkel Alpha und denken mal Beta weg. Alpha besteht aus ...?
S: Einer Halbgeraden, einer Halbgeraden ...
L: Ja, wenn man das wegdenkt, ist es eine ...?
S: Eine Gerade.
L: Ja, ja; Moment, Moment.
Pause.
L zeigt an der Tafel, indem er mit einem Heft Teile der Zeichnung abdeckt.

L: So, Winkel Alpha ist eine, besteht aus dieser Halbgeraden, dieser Halbgeraden, dem Winkelfeld und dem Punkt S. Winkel Beta besteht aus ...? (16)
L zeigt wie eben an der Tafel.



S: ... dieser Halbgeraden ...
L: ... dieser Halbgeraden, dieser Halbgeraden, dem Winkelfeld und dem Punkt ...?
SS: S.
L: S.
Pause

L: Und jetzt? Was läßt sich denn über diese Halbgerade sagen; was läßt sich denn über den Punkt S sagen, wenn wir beide Winkel ins Auge fassen. (17)

S: Eh, der, die Halbgerade, die bildet 2 Winkel.

L: Oder besser gesagt: Zwei Winkel haben ...

S: ... eine einzige von den beiden Halbgeraden ...

L: Was ist denn diese Halbgerade für die beiden Winkel jeweils; für jeden der beiden Winkel, ein ...?

SS: ... Schenkel.

L: Und dasselbe trifft auch für den Punkt ...

SS: S

L: zu. Was haben also Alpha und Beta gemeinsam? (18)

S: Denselben Scheitelpunkt und die, einen selben ...

L: und einen Schenkel. Sie haben nämlich den Scheitelpunkt und einen Schenkel ...

S: gemeinsam.

L: Gemeinsam. Ist damit alles drin? Den Begriff von eben, den haben wir noch nicht untergebracht; den Begriff, oder das Wort, das wir gleich zu Anfang festgestellt haben.

S: Ah, noch was. Ja, die untere Halbgerade, die Gerade, die haben sie auch gemeinsam; die geht doch durch den Punkt S und da wird doch garnichts abgegrenzt.

L: Das meinte ich ja eben mit meiner Frage: "Haben wir damit alles drin?" Noch mal: Wir haben festgestellt, ... (19)

L wird unterbrochen durch eine schulorganisatorische Lautsprecherdurchsage.

SS lärmen. (20)

S: Herr A, Herr A, wo liegt denn dann eh, der Nebenwinkel?

L: Moment mal, Moment mal; wieviel Uhr habt Ihr denn.

S: Gleich Halb.

L: Gleich Halb. Ei, dann warten wir gerad mit dem Einpacken. Ich dachte, jetzt käm gerad so 'n Sermon über Kikerikiste und so 'n Zeug, ne. Deswegen wollt ich sagen ...

S: Wo liegt denn dann der Nebenwinkel von den 2 Winkeln? (21)

L: Ja, wir versuchen ja die ganze Zeit von hinten herum uns an die Nebenwinkel heranzupirschen. Und wenn man ihn dann vorm Visier hat, dann, dann Plattschuß, peng! Nochmal, nochmal; Ihr könnt Euch's überlegen für die nächste Stunde. Wir sind also soweit gekommen: Wir haben gesagt, Beta ist ein Nebenwinkel von Alpha, wenn Alpha und Beta einen Schenkel und den Scheitelpunkt S ...

SS u. L gleichzeitig: Gemeinsam haben.

L: Jetzt fehlt aber noch ein "wenn". Und das war das, was Du eben hineinschafftest. Es war nur so ungünstig. Die anderen haben das nicht verstanden. (22)

S: Wenn Punkt S also auf der, auf der unteren Halbgeraden liegt, und die Halbgerade durch Punkt S geht, dann haben die beiden Punkte, dann haben die beiden Winkel auch die untere Halbgerade gemeinsam.

L: Paß mal auf, ich sag das mal anders. Wenn Du den Satz, so wie wir ihn bis jetzt raus haben, jemandem sagst, dann kann's sein, daß der die diese Zeichnung macht, ja.

L zeigt auf Tafelbild 2.

L: Sie haben einen Schenkel und den Punkt S gemeinsam. Alles andere ist freigestellt. - Was muß noch hinein? (23)

S: Ich hab, eh; aber wenn doch, wenn der Mann noch nicht, nichts weiß von der Zeichnung, dann kann er doch nicht wissen, daß das eine Halbgerade ist, das ist doch eine Gerade!

L: Ah ja, das mein ich doch, die Gerade muß hinein. Die Gerade muß hinein, das mein ich ja die ganze Zeit, da wart ich ja drauf.

S: Wir legen eine Gerade ...

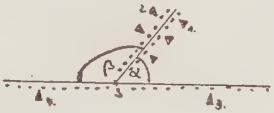
L: Das ist schon wieder Zeichnung, eine Beschreibung, Konstruktionsbeschreibung.

S: Eine Gerade ... (24)

L: Moment, Moment, Moment, Moment. Wir haben gesagt, Alpha und Beta sind, - Beta ist ein Nebenwinkel von Alpha, wenn Alpha und Beta einen Schenkel und den Scheitelpunkt S gemeinsam haben und wenn Z. ...

S: Eh ...

L: Das zweite "wenn"
S: Eine Halbgerade ...
Pause (25)
L: Der Schenkel von Alpha ist weg. Der von Beta ist auch weg. Frage, was ist mit; Frage, was ist mit dem Schenkel von Alpha und was ist mit dem Schenkel von Beta?
L zeigt am Tafelbild.



S: (leise) Ei, der geht da durch.
L: Ei, dann sag's doch!
S: Ja, also ...
L: Wenn die beiden Winkel einen Schenkel und den Scheitelpunkt gemeinsam haben und wenn ...
(Gong)
L: ... nächste Stunde! (26)

Ende

Unterrichtsprotokoll Nr. 4b (Fortsetzung vom 21. 5. 1974)

Jg.-Stufe 6 Bg 6/4 Datum 25. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Nebenwinkel"
Lehrer: A

(1)

Pause.

L: So, laß mich mal grad gucken, ah Nebenwinkel. (2)

L schaut ins Hausheft eines S, um sich über die schon behandelte Thematik zu informieren.

L: Kreide? (3)

L zeichnet das folgende Tafelbild.

L: So, fertig? Was haben wir letztes Mal ins Heft geschrieben, einen ...?

SS: Nebenwinkel.

L: Nebenwinkel. Da hab ich ihn wieder an die Tafel gezeichnet. Beta soll also der Nebenwinkel von Alpha sein. Da waren wir gerade dran zu klären, was wir unter einem Nebenwinkel verstehen? (4)

Was haben wir da schon herausgekriegt?

S: Wir hatten eine Zeichnung, die hier jetzt an der Tafel ist, gezeichnet und mehr nicht.

L: Oh doch, dann hast Du etwa eine Viertelstunde geschlafen.

S: Ich war ja nicht da, ich war ja ... (unverständlich)

L: Ach so, dann los die anderen, die da waren!

S: Daß sie dieselben Schenkel haben. (5)

L: Nicht dieselben Schenkel, sondern einen Schenkel, nämlich diesen.

L zeigt an Tafelbild den gemeinsamen Schenkel.

L: Dieser Schenkel ist gemeinsam und ...?

L deutet auf S.

SS: (murmeln) Gerade, Scheitelpunkt.

L: Der Scheitelpunkt S ist gemeinsam. Also haben wir schon festgestellt: Beta ist der Nebenwinkel von Alpha, wenn ...? Wie geht der Satz weiter?

S: Wenn der Scheitelpunkt ...

L: Wenn sie, wenn die beiden Winkel ...

S: Wenn sie einen gemeinsamen Scheitelpunkt haben und eine gemeinsame Halbgerade.(6)

L: Nennen wir gleich die Funktion der Halbgerade für die beiden Winkel, nämlich? ... einen gemeinsamen ...?

Pause.

L: Was ist denn die Halbgerade für beide Winkel? Der gemeinsame ...?

S: Schenkel.

L: Jetzt nochmal! Beta ist Nebenwinkel von Alpha, wenn ...?

S: Wenn sie einen gemeinsamen Scheitelpunkt haben und eine gemeinsame Halbgerade.

L: Nicht Halbgerade! Nenne die Aufgabe, die die Halbgerade für die beiden Winkel erfüllt, was ist ... (7)

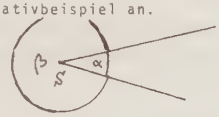
S: Schenkel.

L: Schenkel, nicht Halbgerade, da weiß man ja schon wieder nicht, was man soll machen mit der gemeinsamen Halbgerade, ne? ... wenn sie einen gemeinsamen Schenkel haben.

L liest in seinen Unterlagen

L: Und dann haben wir gesagt, dazu gehört noch eine Bedingung, welche?
Pause.

L: Denkt an die andere Zeichnung, die wir dazugemalt haben!
L zeichnet ein Negativbeispiel an.



L: Alpha, Beta, der Scheitelpunkt ist gemeinsam, ein Schenkel ist gemeinsam und sogar der zweite und trotzdem sind es keine Nebenwinkel. (8)
Welche Bedingung muß noch erfüllt sein,und da waren wir stehengeblieben und hatten es gerade noch so hingekriegt.

S: Wenn die untere Halbgerade durch ...

L: Welche? Meinst Du die oder die?

S: Die durch den Punkt S geht, also die durchgeht.

L: Das ist keine Halbgerade. Wenn Du sagst Halbgerade, dann sehe ich von S nach rechts (L deutet das an der Tafel an) und S nach links. (9)

S: Gerade dann.

L: Aha, also wenn...?

S: Wenn die Gerade, die untere Gerade durch den Punkt S geht, dann ist das ja eine vollständige und also von beiden Winkeln ein Schenkel.

L: Aha.

S: Also haben beide Winkel beide Schenkel gemeinsam.

L: Aha, es ist also nicht wichtig, daß wir auf Gerade hinausgehen, sondern es ist wichtig, daß wir darauf hinausgehen, was diese Gerade für die beiden Winkel Alpha und Beta ist. Was ist sie nämlich für die beiden Winkel Alpha und Beta? (10)

S: Ein Schenkel.

L: Nicht einer!

S: Zwei.

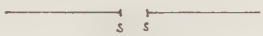
L: Ja, zwei, wieso? Das mußt Du näher formulieren.

S: Ja von Alpha und Beta.

L: Jeweils...?

S: Einer.

L: Einer. Also wie können wir das hineinbringen? Wie können wir das formulieren?
Pause.
L zeichnet an Tafel.



L: Da haben wir den einen Schenkel,und da haben wir den anderen Schenkel. Da ist der Punkt S und da ist der Punkt S. Was lassen wir jetzt geschehen? (11)

S: Wir lassen sie ineinander laufen?

L: Nicht ineinander, sondern?

S: Aufeinander zu.

L: Ja, aufeinandertreffen, d.h. die beiden Punkte S_1 und S_2 lassen wir zusammenfallen zum Punkt S. Wie nennt man denn das mengenmathematisch? Wenn wir diese Halbgerade und diese Halbgerade aneinanderbringen?
L macht mit den Händen zusammenbringende Bewegungen.

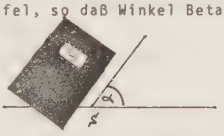
S: Vereinigung?

L: Da haben wir es doch. Wie heißt also die dritte Bedingung? Wenn die Vereinigung der beiden ...? (12)

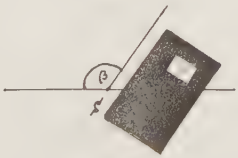
S: Halbgeraden?
L wendet sich unmutig ab.
S: Ah, der beiden Schenkel.
L: ... der beiden andern Schenkel.
L deutet auf Tafelbild.
L: Von dem gemeinsamen Schenkel haben wir ja schon gesprochen und jetzt reden wir von den beiden andern Schenkeln, ne? Wenn die Vereinigung der beiden anderen Schenkeln eine ...?
SS: Gerade.
L: Gerade ist.
S: Man könnte auch sagen: Die Vereinigung der beiden unteren Schenkel.
L: Ja, nun leg ich den Winkel umgekehrt? ... dann ist es oben. Das ist zu eng, das gilt nicht für alle Fälle. (13)
Also dann hätten wir's: Alpha und Beta sind Nebenwinkel, wenn sie einen gemeinsamen Scheitelpunkt und einen gemeinsamen Schenkel haben und wenn die Vereinigung der beiden anderen Schenkel eine ...?
Pause.
SS: Strecke.
L: Nicht Strecke, sondern.
SS: Gerade.
L: Gerade ist. Zum Mitschreiben.
Pause.
S: Warum sagt man denn dann Nebenwinkel?
L: Wie soll man denn sonst sagen?
S: Das ist doch ein normaler Winkel eigentlich.
L: Welches?
S: Ei, Alpha und Beta. (14)
L: Nun der Trick bei der Sache ist der, daß man Alpha so weit überbiegt, bis zu einer Geraden. Das ist der Trick. Warum, das wirst Du noch sehen, wenn wir anfangen mit Winkelmaßen herumzurechnen. Also: Winkel, (15)
Pause.
L: ... die, wie geht der Satz weiter...? Wolfgang? (16)
S: Die, äh, die denselben Schnitt - äh, Scheitelpunkt?
L: Die einen ...?
L deutet auf gemeinsamen Schenkel.
S: Gemeinsamen.
L: Lassen wir das "gemeinsamen" zum Schluß für beide. Die einen ...? Sch...
S: Schenkel.
L: Schenkel und den...?
L deutet auf S.
S: Punkt S ge...
L: Scheitelpunkt gemeinsam haben, ja. Winkel, die einen ... Schenkel, weiter! (17)
S: einen Scheitel.
L: Es gibt nur einen, also den
S: Und den Scheitelpunkt gemeinsam haben... (18)
L: Komma, wie geht's weiter - was ist mit den Winkeln, die so aussehen?
Pause.
S: Sind Nebenwinkel. (19)
L: Heißen oder sind Nebenwinkel.
Pause.
L: Komma. Und jetzt kommt diese dritte Bedingung mit der Geraden mit der Vereinigung. Mit welchem Wörtchen leiten wir im Deutschen Bedingungen ein?
S: Mit aber.

L: Eine Bedingung! Wenn ... wie heißt die Bedingung? Wenn?
Pause. (20)
S: Wenn die untere...
L: Jetzt, jetzt!
S: Wenn die andere...
L: Jetzt fang nicht nochmal an Predigten zu halten! Erinnere Dich an das, was Du vorhin selbst gebracht hast hier, wenn ...? Die beiden Halbgeraden haben wir zusammenwachsen lassen. Was war das? Eine...?
S: Vereinigung.
L: Wenn die ...
S: Ver...
L: Vereinigung der ...
S: beiden
L: beiden andern ...
SS + L: Schenkel
L: eine ...?
S: Gerade ist, ergibt.
L: ist. Zum Mitschreiben diktieren! (21)
S: Wenn die beiden ...
L: Ne, wenn die Vereinigung
S: Wenn die Vereinigung --- der beiden --- anderen Schenkel --- (22)
Unterbrechung durch einen Lehrer, der sich über Ordinariatsstunde informiert

L: Wenn die Vereinigung der beiden anderen Schenkel eine ...?
S: Gerade
L: ist. Wenn die Vereinigung der beiden andern Schenkel eine Gerade ist.Punkt (23)
S: Herr A, sie haben aber doch 2 Schenkel gemeinsam?
L: Wer? Die beiden Nebenwinkel?
S: Ei ja.
L: Wieso?
S: Ei, die Gerade und die Halbgerade.
L: Die Gerade ist ja nicht Schenkel eines Winkels, sondern die Hälfte der Gerade ist Schenkel eines Winkels und die andere Hälfte der Gerade ist der Schenkel ...
S: Des andern
L: Des andern Winkels. Erinnerst Du Dich dran, ich hab das Klassenbuch hingehalten beim letzen Mal. So hab ich hingezeigt, so.
L hält Buch an Tafel, so daß Winkel Beta abgedeckt ist.



L: Das ist der Winkel Alpha mit Schenkel, Schenkel, Scheitelpunkt. (24)
Dieser Schenkel geht nur bis ... S.
L dreht Buch um, so daß Alpha verdeckt ist.



L: Und das ist der Winkel Beta mit Schenkel, Schenkel, Scheitelpunkt, dieser Schenkel geht nur bis ... S.
L nimmt Buch weg.
L: Aus diesem Schenkel (L zeigt linke Halbgerade) und diesem Schenkel (L zeigt rechte) setzt sich die Gerade zusammen. Die Gerade ist nicht gemeinsam. Nur der (L zeigt) Schenkel ist gemeinsam. So, nächste Frage. Ja?
S: Aber wenn Sie doch jetzt die beiden Halbgeraden, die beiden Schenkel vereinigen, dann ist das doch eine ganze Gerade, die durchgeht durch den Punkt S. (25)
L: Ne, ne, Moment mal Stefan. Stefan nochmal:
S: Wenn Sie doch jetzt die beiden Schenkel vereinigen,
L: Nennen wir sie mal,damit wir wissen was was ist.
L beschriftet.
L: Ne, das wäre also h_1, h_2 und h_3, das braucht Ihr in der Zeichnung nicht hineinzumachen, sondern nur für das Problem, das jetzt auftaucht.
S: Wenn Sie jetzt h_1 und h_3 vereinigen, dann ist das doch eine durchgehende Gerade.
L: Ja.
S: Die läuft dann auch durch den Punkt S.
L: Ja.
S: Dann muß doch jetzt auch die ganze Gerade, die durchgeht, ist von beiden Winkeln ein Schenkel. (26)
L: Aber doch nicht die ganze Gerade! Das ganze hier wäre dann die Gerade g.
L malt einen geschweiften Bogen und Buchstaben g unter die Gerade.
L: G ist h_1 vereinigt mit h_3.
L schreibt an:

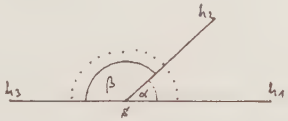
$$g = h_1 \cup h_2$$

S: Ja.
L: h_1 ist Schenkel des Winkels ...?
S: Beta?
L: Ne, h_1!
S: Alpha.
L: h_1 ist Schenkel des Winkels Alpha.
L schreibt Alpha unter h_1
L: h_3 ist Schenkel des Winkels...?
S: Beta.
L: Beta. (27)
L schreibt Beta unter h_3
L: Jetzt kannst Du nicht behaupten, daß die Gerade g gemeinsamer Schenkel ist!
Pause.
L: Damit kommen wir jetzt direkt ans nächste, was ich jetzt machen wollte. Wovon ist die Gerade g gemeinsamer Schenkel?
Pause.
L: g ist nicht Schenkel von Alpha allein,
L zeigt auf Buchstaben Alpha.
L: g ist auch nicht Schenkel von Beta allein. Wovon denn? (28)
S: Von Alpha vereinigt Beta.
L: (nickt) Und wie sieht dieser Winkel aus, Alpha vereinigt Beta?
Pause.
L: Wie sieht er aus?
S: Beta geht ganz in Alpha.
L: Nein, bei uns hier in der Zeichnung, nicht dahinten, das war ja nur, um uns nochmal klarzumachen, was Nebenwinkel ist. Die Zeichnung hat mit uns nichts zu tun, weg damit!
L wischt Negativbeispiel aus.
L: Wie sieht dieser Winkel Alpha aus, äh, wie sieht dieser Winkel Alpha plus Beta aus? (29)

S: Dann müßten wir jetzt einen Strich machen, der sich durch die Halbgerade h_2 auch noch hindurchzieht.

L: Aha, dann müßten wir also jetzt ... bunte Kreide haben wir keine, ich mach's mal punktiert. Wir müßten jetzt einen Bogen machen, nicht Strich Wolfgang, ne, einen Bogen machen, der so aussieht.

L malt



L: Ja, wie sieht dieser Winkel jetzt aus? Ist das ein normaler Winkel? (30)

S: Ja, das ist jetzt ein Winkel um 180°.

L: Ober Grad reden wir später, Ihr wißt zwar schon, was Grad ist usw.

S: Ein Streckwinkel.

L: Ja, gestreckter, sagen wir. Es gibt die Bezeichnung Streckwinkel, gibt's auch, aber ein gestreckter Winkel. Nehmen wir einmal an, das hier wäre der Winkel Alpha.

L nimmt Zirkel, öffnet ihn zu einem Winkel von etwa 30° und legt ihn mit einem Schenkel auf das Pult.

L: Den leg ich mal jetzt so mit einem Schenkel auf den Tisch. Habt Ihr ihn noch einigermaßen im Kopf? Habt Ihr die Lage dieses anderen Schenkels noch einigermaßen im Kopf?

L deutet auf hochragenden Schenkel.

L: Gut merken! Jetzt nehme ich den Winkel Beta...

L klappt Zirkel auf bis zu einem Winkel von etwa 150°.

L: ..., den leg ich jetzt so auf den Tisch (entspricht Ergänzungswinkel wie im obigen Tafelbild) So. Das da war der Winkel...?

L deutet auf Tischplatte und hochragenden Betaschenkel.

SS: Alpha.

L: Alpha. Das hier ist der Winkel ...?

L deutet auf Zirkelbeine.

S: Beta. (31)

L: Beta. Wenn ich jetzt die beiden miteinander vereinige,

L drückt die Zirkelbeine auf den Tisch, so daß ein "Winkel" von 180° entsteht.

S: ... eine Gerade.

L: ... krieg ich eine Gerade. Und diese Gerade nennt man einen gestreckten Winkel.

L hält Zirkel hoch.

L: So jetzt nochmal die Frage von eben: Was ist jetzt die Gerade g? Genaugenommen für Alpha plus Beta?

S: Ein gestreckter Winkel. (32)

L: Nein, welche Aufgabe hat die Gerade g für Alpha und Beta? Für diesen Winkel, das ist die Gerade g und das ist der Winkel.

Pause.

L: Lassen wir den Winkel nochmal werden. So Alpha, ja Beta.

L hält Zirkel hoch und stellt mit einem Gerät sukzessiv zwei Winkel dar.

L: Jetzt vereinige ich. Da kommt jetzt noch Alpha dran. (33)

L deutet auf die Stelle, wo jetzt noch ein Schenkel gedacht werden muß.

L: Das hier war der Schenkel des Winkels...?

L deutet auf linken Zirkelteil.

SS: Beta.

L: Das war der Schenkel des Winkels?

SS: Alpha.

L: Alpha und ...? Gleichzeitig?

SS: Beta.

L: Beta. Jetzt nehm ich da Alpha dazu (L biegt Winkel auf) den Winkel Alpha dazu. Das ist der Schenkel des Winkels ...?
L zeigt linken Schenkel.
SS: Beta.
L deutet auf rechten.
L: Das ist der Schenkel des Winkels...?
SS: Alpha.
L deutet auf linken Schenkel.
SS: und Beta.
L: Aha, das heißt also, das hier wird nicht nur der Schenkel des Winkels Beta und das wird nicht nur der Schenkel des Winkels Alpha, sondern das (rechts) wird ein Schenkel des Winkels Alpha und Beta und das (links) wird ein Schenkel des Winkels...?
SS: Alpha und Beta. (34)
L: Alpha und Beta. Und damit sind wir schon gleich beim nächsten Begriff, nämlich: gestreckter Winkel. Nächste Nummer, nächster Begriff: Der gestreckte Winkel.
L schreibt an die Tafel.

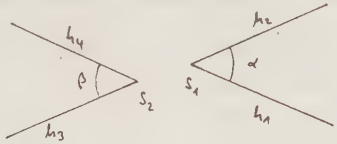
Der gestreckte Winkel

L: Also Definition!
(Unterbrechung an der Tür) (35)
L: Also Definition: gestreckter Winkel
L schreibt in seinen Unterlagen.
L: Definition: gestreckter Winkel. (36)
Nochmal hersehen, was haben wir gemacht?
Pause.
L: Betrachtet jetzt den gepunkteten Bogen! Was haben wir gemacht?
Pause.
L: Oder wie ist dieser gestreckte Winkel entstanden?
S: Wir haben h_1 und h_3 vereinigt.
L: Ja, nennen wir jetzt nicht die Sache mit Schenkeln, sondern nennen wir jetzt Winkelnamen. Wir haben den Winkel...?
S: Alpha.
L: Alpha vereinigt mit dem Winkel... (37)
SS: Beta.
L bemüht wieder den Zirkel wie gehabt.
L: Beta. Also, was ist ein gestreckter Winkel? Kurz und bündig: Die Vereinigung zweier...?
SS: Winkel.
L: Was für Winkel?
SS: Halb-, halb, neben
L: Aha, Nebenwinkel. (38)
Und das ist die einfachste Erklärung für gestreckten Winkel. Die Vereinigung ...
L setzt sich ans Pult und schreibt.
L: ... zweier Nebenwinkel ... heißt gestreckter Winkel...
Pause. (39)
L: Die Vereinigung zweier Nebenwinkel heißt gestreckter Winkel. So, in unserer Zeichnung fehlt uns noch eine Angabe, die wichtig ist, für jede Zeichnung...? (40)
S: Daß die Nebenwinkel auch in der Ebene E liegen.
L: Richtig, daß also beide Winkel und der gestreckte Winkel in der Ebene E liegen.
L malt E an die Tafel.

Unterrichtsprotokoll Nr. 5

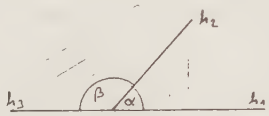
Jg.-Stufe 6 Bg 6/2 Datum: 13. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Nebenwinkel"
Lehrer: B

L: Guten Morgen.
SS: Guten Morgen.
S: Unverständlich. Fragt nach Testergebnis
L: Zum Test kann ich Euch noch nichts sagen - ich habe noch nicht reingeguckt.
SS: Lärmen.
L: Das Thema ist jetzt erledigt. - Wenn ich noch einmal das Wort Test höre ...! (1)
Pause. Einige Schüler rufen in die Mikrophone.
L: Jetzt sind aber alle ruhig. Sonst gibt es das Merkheft auf abzuschreiben.
S: Das ganze?
L: (Laut) Jetzt reichts aber. (2)
L: Also, ich zeichne Euch jetzt ein Winkelpärchen an. Ein Winkel α und ein Winkel β.
- (Laut) Geschwätzt wird jetzt nicht mehr! -
L zeichnet an der Tafel.



S: Winkelpärchen? Sind das 2 Winkel oder 2 Halbgeraden, Herr B?
L: Halt Deine Klappe. Pause. L zeichnet weiter an der Tafel - (3,4,5)
Unterricht wird kurz unterbrochen durch einen anderen Lehrer, der mit der Klasse eine organisatorische Maßnahme bespricht. Klasse laut.

L: Beruhigt Euch jetzt. Ich zeichne jetzt noch ein Winkelpärchen an.
Einige SS: Ruhe! Seid ruhig, jetzt haben wir Mathe!
Mehrere SS reden durcheinander. (6)
L zeichnet an der Tafel das zweite Winkelpaar.



L: Ich schraffiere es farbig, damit es klarer wird.
Pause.
SS reden durcheinander.
L: Wer lacht hier noch so blöd?
S: Ich hab net gelacht. (7)
L: So. Zweimal ein Winkelpärchen gezeichnet. Jetzt müßt Ihr mal versuchen, Unterschiede zwischen diesen beiden festzustellen!
SS melden sich (laut).

L: Schaut's Euch genau und der Reihe nach an! Miriam, jetzt hör auf!
SS melden sich laut.
L: Markus Schleif!
S geht zur Tafel.
S: Hier?
L: Du verstehst das falsch, glaube ich, was ich gemeint habe. Was habe ich - was hast Du gemeint, was ich gefragt habe?
S: Ei - wir sollen Winkelpärchen ... (8)
L: Nein, ich hab hier ein Pärchen angezeichnet und hier ein Pärchen und wir sollen jetzt - den Unterschied zwischen diesen beiden Abbildungen herausfinden.
SS melden sich laut.
L: Petra.
S: Bei - soll ich das zeigen?
L: Ja!
L: (Zu anderem S) Setz Dich jetzt hin! Es wird nicht mehr palavert!
S zeigt am Tafelbild.
S: Hier ist noch h_4 eingezeichnet, und h_1 und h_2 fehlen dort. Und hier ist h_1 und h_2 drin - und hier ist k - hier ist - β net drin und hier net - hier ist β und hier net - hier ist β und hier ist α net - hier ist α und ist nicht β - und da ist α und β drin.
L: Hier ist ja auch β und hier ist α ...
S: Ja, und hier ist aber net α und hier ist ...
L: Hier der Rest interessiert uns mal jetzt nicht außerhalb der Fläche. (9)
Das war an sich ganz gut gesagt, aber nicht das, was ich wollte.
Otmar!
S: Man braucht zur Zeichnung 1 vier Halbgeraden und zur Zeichnung 2 drei.
L: Begründe mal, wieso wir hier eine gespart haben.
SS melden sich.
SS reden durcheinander.
L: Olaf steh mal auf, geh mal vor die Tür, komm!
AndererS: Ich han gelacht, der hat net gelacht, ich han gelacht.
L: Dann geh Du raus. Du hast aufzupassen! Wer war dran gewesen? (10)
S: Wenn 2 - also - in der Mitte der Winkel - also der hat 2 - Winkel - sind auch 2 Winkel, aber da sind sie übereinander.
L: Der Otmar wiederholt nochmal, was er gesagt hat.
S: In der Zeichnung 1 sind 4 Halbgeraden und in der Zeichnung 2 sind 3 Halbgeraden.
L: Richtig. (11)
Nur ist die Frage, wieso bin ich jetzt hier mit einer weniger ausgekommen als hier?
S melden sich laut, einige reden durcheinander.
L: (Name unverständlich). Du bist jetzt nicht gefragt.
S: Das erste, das ist auseinandergezeichnet, das zweite ist zusammengezeichnet.
L: Aber wieso spare ich hier eine Halbgerade?
SS melden sich laut. (12)
L: Ja.
S: Weil α und β ganz zusammen sind.
L: Ja, Du meinst das Richtige.
S: Weil diese 2 - 2 Halbgeraden - die sind hier zusammen.
L: Richtig. Hier ...
Schreibt auf!
L schreibt an die Tafel

$h_2 \subset \alpha$

$h_2 \subset \beta$

h_2 Element - Teilmenge aus ... ergänze!

SS unruhig
L: Wer kann's wiederholen?
SS reden durcheinander.
L: Schwedt, vor die Tür! Ab!
SS unruhig. (13)
L: Wie können wir dann sagen, wenn diese beiden Winkel bloß eine Halbgerade zusammen haben? Wie sagt man dazu?
Stell Dir vor, Du hast mit Deiner Schwester zusammen nur 1 Rad. Wie sagt man dann? (14)
S: Gemeinsam.
L: Also!
L schreibt an die Tafel.

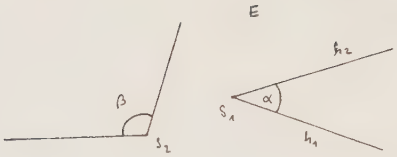
ein gemeinsamer Schenkel

L: So ... also diese beiden Winkel haben einen Schenkel gemeinsam. Man kann denken, der wäre hier so drangelegt und deswegen fällt eine Halbgerade weg - haben wir gespart. Weitere Unterschiede. Das ist noch nicht alles.
S: Herr B!
L: Ja? (15)
S: Man kann auch - man kann auch die - die erste Zeichnung machen und trotzdem, daß sie vier hat.
L: Ich versteh Dich nicht. Bitte?
S: Man kann auch die erste Zeichnung machen und trotzdem, daß sie 4 Halbgeraden hat - wenn wir die 2 Punkte S zusammenmachen.
L: Du bist schon auf den 2. Unterschied gekommen - Du hast es in Deinem Satz gehabt.
SS melden sich laut.
S: Also S ist - also - nur einmal geschrieben von beiden ... (16)
L: Richtig. Wir können auch sagen ... (unverständlich)
L schreibt an die Tafel.

ein gemeinsamer Schenkel
und den Scheitel gemeinsam

L: Jetzt, dritter und letzter Unterschied?
SS melden sich laut.
L: Iris! (17)
S: Hier ist β größer wie da.
L: Ja ... - genau ...
S: Und - und ...
L: Hier spielt das keine Rolle - wird schon stimmen, ne?
S: Also die Ebene - ist nicht - ist nicht mehr so viel da von der Ebene.
L: Ach das kann man auch nicht sagen. Das liegt daran, daß eben hier β etwas kleiner ist als hier.
S: Nun, das ist ja auch so, das ist bloß, weil 2 Halbgeraden übereinander sind. Und wenn man das ganz ausfüllt, ist nur noch die untere Hälfte ... (18)
L: Weil's größer wird, kann man nicht sagen. Bernd?
S geht zur Tafel und zeigt.
S: Hier ist die Teilmenge α - die ist so groß und - ne β und α ist so klein.
L: Ja, das kann ich ja jetzt hier ändern. Da ist der Unterschied, den ich meine immer noch da.
S zeichnet an der Tafel.

S: Und hier ist das so! (19)
L zeichnet an der Tafel (Ändert TB)



L: So genau ist es nicht. Du meinst vielleicht das Richtige. Paßt mal auf, ob Euch nicht so ... - um es klarer zu machen: Ich mal jetzt also hier β mal so ein.
L zeichnet an der Tafel
SS: Ah! Jetzt hab ich kapiert!
S: Es ... hier ist S1 und hier ist S2 ... (unverständlich)
L: Ja, das war ja festgestellt, daß der Schenk - daß hier der Scheitel gemeinsam ist und hier sind 2 Scheitel da. Nun noch ein Unterschied, der uns ins Auge fällt.
SS melden sich laut (20)
S: Der Winkel ist stärker draußen ...
L: Ach das ist doch - Ihr halt Euch an Kleinigkeiten auf. Schreib ich's eben rein.
Ach Gott, das spielt doch keine Rolle, wo ich das hinschreibe. Du meinst doch hier das Feld. Stefan!
S: Hier ist - hier ist die Ebene öfters unterteilt ... (unverständlich, Straßenlärm)
L: Das ist doch so leicht zu erkennen!
SS melden sich laut: Herr B! Herr B!
L: Es ist alles zwar richtig, was Ihr sagt ... (21)
S: h_3 und h_1, die sind zusammen.
L: Zeig's mal! Komm hör auf mit dem ...
S geht zur Tafel und zeigt am Tafelbild

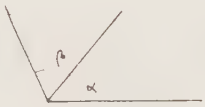
SS: Der Egon - der Egon!
L: Jawohl! Sag's mal in Worten jetzt wie man das ausdrücken kann, was Du hier gezeigt hast! (22)
Anderer S: Auch gemeinsam!
L: Sieht.
S: h_3 und h_1, das ist nur eine Ebene - eine Halbgerade.
SS rufen durcheinander - gemeinsame Halbgerade.
L: Gemeinsam ist die nicht. h_1 geht von da nach da, h_3 geht von da nach da. Gemeinsam ist die Halbgerade nicht.
SS rufen durcheinander.
L: Ja, haben wir schon gesagt.
S: Oder treffen sich im Punkt S.
S: Die Halbgerade gehört h_3 und h_1 zugleich.
S: Eine gemeinsame - (23)
L: Nein, die ist nicht gemeinsam! Es sind 2 getrennte Halbgeraden. Ich will den Punkt noch deutlicher machen, dann siehst Du, daß das getrennte Halbgeraden sind.
Otmar?
S: Strecken?
L: Den falschen Begriff hast Du jetzt angewandt.
S: Ebene - die haben einen gemeinsamen Scheitel.
L: Das haben wir schon festgestellt.
Petra!
S: Ja?
L: Wie sagt man denn, wenn man zwei Halbgeraden aneinandersetzt?

S: Verbinden.
L: Wir wollen den Punkt da weglassen - was haben wir dann? (24)
S: Gerade.
L: Richtig. Also h_3 und h_1 bilden zusammen eine Gerade.
Pause.
L: h_3 vereinigt mit h_1 = g
Formulieren!
L schreibt an die Tafel. (25)

Winkel, die einen gemeinsamen Schenkel
und den Scheitel gemeinsam haben
und deren übrige Schenkel

L: Lies und ergänze den Satz!
Markus Kann!
S: Also - Winkel Komma die ... (Pause)
L: Lauter, etwas lauter! (26)
S: Winkel, die einen gemeinsamen Schenkel und den Scheitel gemeinsam haben und deren ...
L: Oh je, ich kann nicht mehr richtig schreiben!
SS lachen.
S: Und deren ...
L: Jawohl! Und deren ...
S: (Unverständlich)
L: Jetzt mußt Du ergänzen.
S: Eine Gerade bilden.
L: Richtig.
S: Eine Gerade bilden.
Pause. (27)
L: So, jetzt müssen wir einen Namen für solche Winkel, die so angeordnet sind, finden. Wie sagt Ihr, wie sagst Du denn ... zu ihm? Ihr sitzt zusammen auf einer Bank, hier zwar nicht, weil es Stühle sind.
SS durcheinander: Nachbar - Partner - Nachbar!
L: ... und einen Namen dafür, wenn 2 Leute auf einer Bank sitzen - gemeinsam
S: Kollege. (28)
L: Bitte?
SS gleichzeitig: Kollege, Nachbar.
L: Ja, anders - speziell im Schulbereich
S: Partner - Nebenmann
L: Bitte?
S: Nebenmann.
L: Jetzt übertragt das auf den Winkel, wie wir die nennen können, die auf einer Bank sitzen,
SS gleichzeitig: Nebenwinkel - Nebenmannwinkel.
SS (lachen): Nebenmannwinkel!
L: Einer hat den Begriff richtig gesagt!
S: Nebenwinkel.
L: Richtig.
S: Nebenwinkel.
S: Mein Wort! Du hast Neben ... Nebenwinkel ... (29)
L: Wiederhol noch einmal die drei Eigenschaften, die da sein müssen, wenn 2 Winkel Nebenwinkel sind
SS durcheinander: Was?
L: Ihr sollt diese drei Merkmale des Nebenwinkels sagen!
S: Ei - ...
L: Das ist eigentlich hier im Text drin - ja?
S: Gemeinsame Schenkel ...
L: Einen gemeinsamen Schenkel. (30)

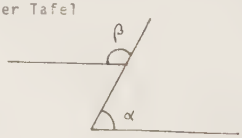
S: Gemeinsamen Schenkel, - einen gemeinsamen Scheitel
L: Jawohl und?
S: Und ein übriger ...
L: Du mußt nicht ablesen! Selbst formulieren!
Anderer S: Und die übrigen Schenkel ...
S: Zu einer Gerade ...
L: Müssen eine Gerade bilden.
Ich male Euch jetzt mal wieder ein Winkelpärchen hin, und Ihr entscheidet, ob das Nebenwinkel sind oder nicht.
L zeichnet an der Tafel. (31)



S: Nebenwinkel!
L: Ja?
S: Ja, es sind Nebenwinkel, denn sie liegen nebeneinander.
Anderer S: Nein, die bilden aber keine Gerade.
L: Richtig. Die dritte Bedingung stimmt nicht, die anderen 2 stimmen. Diese Winkel haben keinen besonderen Namen. Nebenwinkel nennt man nur solche, die auf einem - Stühlchen sitzen, so kann man das veranschaulichen, ne?
SS reden durcheinander. (32)
L zeichnet an der Tafel.

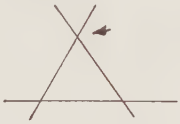
S: Nebenwinkel!
Anderer S: Nein.
L: Begründung!
S: Sie bilden keine Gerade.
L: So, aufpassen!
L zeichnet an der Tafel.

Jetzt wird es äußerst schwierig! (33)
S: Nein!
L: Begründung!
SS reden durcheinander.
S: Da die zwei Winkel auseinanderliegen und es hier vier Halbgeraden sind.
L: Richtig. Hier ist es also ganz klar ... Keinen gemeinsamen Scheitel, keinen gemeinsamen Schenkel und keine Gerade.
L zeichnet an der Tafel (34)



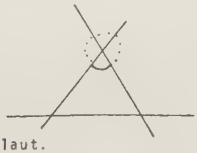
S: Nein!
Anderer S: Doch! Doch
S: (unverständlich)
L: Lauter reden! Man hört ja nichts!
S: Es ist keine Gerade da.
L: Richtig!
Anderer S: Warum denn? Da ist doch eine.
L: Wo?
S: Ne, es sind nicht alle drei - es sind nicht alle 3 Gemeinsamkeiten, wo der Winkel muß haben, sind nicht da.
L: Zwei Scheitelpunkte, dieser Schenkel ist nur zum Teil gemeinsam, nicht ganz und das ist keine Gerade, sondern eine Zickzacklinie. (35)
Sieht zwar so ähnlich aus, also nur Winkel in der Form.
L zeichnet an der Tafel.

S: Auch keine Gerade!
Anderer S: Doch!
L: Komm her, zeig mir Nebenwinkelpärchen. Zeichne den einen rot ein und den anderen grün mit einem Bogen.
SS flüstern.
SS melden sich laut.
L: Bernd! (36)
S: Hier.
S zeigt am Tafelbild.



L: Das ist ja ein Punkt was Du zeigst.
S: Nein, hier.
S zeigt am Tafelbild.

L: Das ist eine Halbgerade, die Du jetzt zeigst. Zeige mal die Winkel, Du sollst einen Bogen rein machen in die Nebenwinkel.
S zeichnet an der Tafel.



SS melden sich laut.
L: Das ist nur ein Winkel. (37)

S: Ja.

L: Was machst Du denn jetzt? Jetzt hast Du vier Winkel. Komm mal her! Vielleicht meinst Du das Richtige und hast Dich nur übernommen hier. Setzt Dich mal hin! Ich mal wieder neu.
L wischt Tafelbild aus und zeichnet neu.

L: Erst mal einfach. Zeigt mir mal hier Nebenwinkel! Ja? Machst einen Bogen hinein in die zueinandergehörenden Winkel.
S zeichnet an der Tafel.

(38)

L: Haben die einen gemeinsamen Schenkel, diese beiden Winkel?
SS melden sich laut: Herr B! Herr B!

L: Schau doch hier rechts hin! Da kann man's doch sehen.

S: Herr B! Herr B!

L: Martina - hört auf zu schwätzen da!
S zeichnet an der Tafel.

L: Einverstanden?

SS gleichzeitig: Ne, nein, ja, ja, doch! (39)

L: Gemeinsamer Scheitel, gemeinsamer Schenkel und eine Gerade. Sind hier noch mehr Nebenwinkel? Sind noch mehr da?

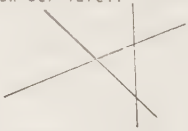
S: Ja!

L: (Name unverständlich)

S: Auf der anderen Seite auch.

L: Zeichne sie mal ein! Hol jetzt farbige Kreide.
S zeichnet an der Tafel

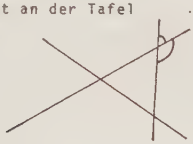
L: Jawohl. (40)
Und wenn ich jetzt drei Geraden zeichne ...
L zeichnet an der Tafel.



L: Komm vor, zeige Nebenwinkel!
Pause.

L: Ist das eine neue Schülerin? Hast Du nicht verstanden? Doch ...

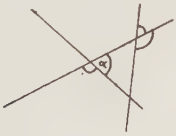
S: Die ist erst im 5. Schuljahr .. (teilweise unverständlich)
L: Wo kommt denn die her?
S: (unverständlich)
L: Ach so!
S: Herr B!
SS lachen
L: (Name unverständlich)
Ruhe jetzt!
S zeichnet an der Tafel



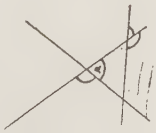
S: Herr B!
L: Einverstanden?
S: Ja, ja. Einverstanden. (41)
S zeichnet weiter an der Tafel

L: Das stimmt jetzt nicht, was Du jetzt zeichnest.
SS reden durcheinander.
L: Mach's mal so und ...
L zeichnet an der Tafel.

L: Jawohl.
S: Es sind noch mehr, Herr B.
L: Gleich jetzt - Schraffiere mal das Feld von Winkel α, also die Teilmenge der Ebene, schraffier' die mal orange!
SS reden durcheinander.
L: Die war noch nicht dran für heute. Hört auf zu jammern!
Schraffiere, wieweit der Winkel geht! (42)
S zeichnet an der Tafel.



L: Pscht! - Ruhe.
S: Ja - richtig.
SS klatschen.
S zeichnet weiter.
SS durcheinander: Ne, da geht's ja noch weiter.
L: Ruhe! Pia! Verbessere!
S zeichnet an der Tafel



SS: Nein, der geht nicht mehr weiter! - Ne, stimmt ja gar nicht!
Der ist doch, der ist doch getrennt! (43)

L: Überlegt mal, wir müssen uns jetzt entscheiden. Wann ist ein Winkel gegeben? Wir haben doch das - einen Satz aufgeschrieben, was wir unter einem Winkel verstehen. Und da müssen wir probieren - da können wir das ablesen, ob der Winkel nur bis hierhin geht, oder ob er weitergeht. Ja?

S: Herr B!

L: Ja?

S: Aber da unten sind ja noch zwei ...
Anderer S redet dazwischen

L: Sie redet jetzt und da hälst Du den Mund! Bitte?

S: Das ist ja schon wieder ein neuer Winkel dort ...

L: Interessiert der uns eigentlich, wenn wir Winkel α betrachten?

S: Nein! Dann hätte die Pia das ja gar nicht brauchen einzuzeichnen. (44)

L: Wiederhol noch einmal, was wir unter einem Winkel verstehen. Dann kommen wir auf die Spur, ob's so stimmt, wie's die Pia gezeichnet hat oder vorher, wie's die Claudia gezeichnet hat. Wer kann's sagen? Lies mal vor aus Deinem Heft! Was da steht, was Winkel sind.

S: Ein Winkel ist eine Teilmenge der Ebene, welche von 2 Halbgeraden, gleich Schenkel, die von einem Punkt, gleich Scheitel, ausgehen, begrenzt wird.

L: Richtig. Ist da was die Rede von einer anderen Halbgeraden? (45)

S: Nein.

L: Interessiert uns gar nicht. Die Pia hat recht gehabt. Der Winkel geht ja ins Unendliche hier. Bitte?

S: Aber wieso? Wir haben aber ... (unverständlich)

Anderer S: Der interessiert uns jetzt nicht.

L: Der interessiert uns ja nicht. Wir betrachten nur den Winkel α, haben wir gesagt. Nicht den Winkel β oder γ. (46)

S: Herr B!

L: Bitte?

S: Und wenn man den Winkel da einzeichnet? Den, wo wir nicht haben.

L: Hier den?

S: Ja.

L: Interessiert trotzdem nicht. α geht trotzdem hier weiter.

S: Ah ja, wenn man den Winkel einzeichnet, kann er da nicht weitergehen?

L: Doch, sicher. Hat mit dem anderen Winkel nichts zu tun. Jeder Winkel ist ja für sich da - verstehst Du?

S: Ja, ja, ja.

Anderer S: Herr B! Herr B!

L: Bitte?

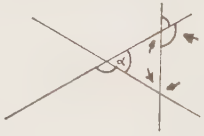
S: Herr B!
SS reden durcheinander.

L: Er ist dran! (47)

S: Wenn man den Winkel einzeichnet, muß man dann bis zu dem Winkel α mit ...

L: Wie es hier eingezeichnet ist. Bis - soweit wie's geht. Ja?

S: Dann müßte ja dieser, dieser und dieser Winkel Teilmenge von diesem Winkel sein.
S zeigt an der Tafel.



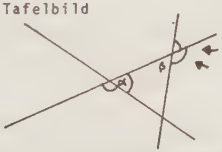
L: Laut!

S: Dann muß ja dieser, dieser und dieser Winkel Teilmenge von dem sein.
S zeigt an der Tafel

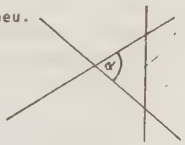
L: Jawohl! Seid Ihr einverstanden damit?
Sag's mal laut! Ein bißchen leise. (48)

S: Der, der, der und der Winkel müßte Teilmenge von dem Winkel sein.
L: Ich sag: Das stimmt. Seid Ihr auch einverstanden?
SS gleichzeitig: Ja, ne.
L: Begründet das einmal! Was sag ich? Ich kann mich ja auch mal irren. Ihr dürft mir nicht alles glauben.
S: Ja aber als Mathematiker ...
Anderer S: Jeder Lehrer hat das Recht, sich einmal zu irren.
L: Richtig.
S: Einmal! Irren ist menschlich.
L: Jetzt hören wir aber auf mit der Diskussion. (49)
Der Bernd behauptet also z.B., dieser Winkel hier wäre Teilmenge von α.
L zeigt an der Tafel.

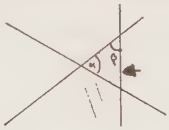
L: Ich hab gesagt, es würde stimmen. Aber ... Ich hab zu voreilig geurteilt.
S: Da muß der Strich weg.
L: Ist das hier richtig grün schraffiert - hier dieser Winkel β hier?
S: Nein - nein. Nämlich β liegt hier nicht bei α - in α !
L: Versteh ich nicht. - Ach ich hab's falsch verstanden - hier ist ja - schon β gehabt. Tun wir das weg. So. Also hab ich den Winkel hier richtig schraffiert?
S: Nein.
L: Richtig. Ich muß ja weitergehen. Also Bernd, stimmt es nicht. Wann ist eine Menge Teilmenge einer anderen? (50)
S: Wenn sie ganz drin ist.
L: Richtig. Hier β liegt nicht ganz drin.
S: Wieso?
L: Hier geht ja noch weiter β . Hier und das ist nicht mehr in α drin.
S: Herr B!
L: Bitte?
S: Aber wenn man oben bei den anderen Winkeln, wo noch nicht benannt sind ...
L: Hier z.B.?
L zeigt am Tafelbild



S: Ja. Wenn man da in den unteren Winkel α hinschreibt und oben β , dann ist es doch - dann wäre da richtig, wie ich das eben eingezeichnet habe, weil das - der andere Teil dann sowieso schraffiert würde mit orange.
L: Ganz verstehe ich nicht, was Du jetzt meinst. (51)
Ich muß mal wieder auswischen. Augenblick.
L wischt Tafelbild aus und zeichnet neu.
L: Wie waren die Geraden noch schnell? Das weiß ich schon garnicht mehr.
S: So.
L: So.
S: So und so
L: Ach ja, so
L zeichnet Tafelbild neu.

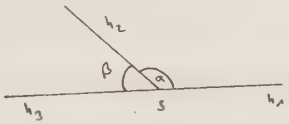


L: Da haben wir den Winkel gehabt also α , ne? Und da haben wir gesagt - α wäre diese ganze Fläche hier.
S: Herr B! Herr B!
L: Und jetzt ... (Name unverständlich), jetzt komm mal vor an die Tafel. (52)
Zeichne! Ich versteh Dich nicht ganz.
S: Hier waren noch ...
L: Du mußt lauter reden!
S: Hier waren noch 2 Winkel eingezeichnet.
L: Ja.
S: Und dann, wenn man das als α auch benennt, dann - war das ja so richtig - dann wird das sowieso noch eins - schraffiert.
L: Nein, wir haben ja nur diesen Winkel betrachtet, und dieser Winkel geht bis hierhin weiter.
S: Wozu ist der Winkel denn gut? (53)
L: Wozu der gut ist? Der ist eben da. Wir haben ihn nicht bezeichnet. Der ist - Ihr müßt Euch merken - he! - Wenn man einen Winkel betrachtet, nur die Dinge betrachten, die dazugehören, diese beiden Schenkel und der Scheitel. (54)
S: Herr B!
L: Die Privatgespräche werden jetzt eingestellt! Bitte?
S: Das müßte ja eigentlich Schnittmenge sein, nämlich der Winkel der ist ja alles in diesem Feld.
L: Ja.
S: Schnittmenge.
L: Ja, richtig.
S: Ich hab mich versprochen ...
L: Nicht Teilmenge, sondern Schnittmenge. (55)
Herschauen! Wenn ich den - pscht - diesen Winkel hier betrachte β , der geht dann bis hier hin, und dann ist das hier die Schnittmenge.

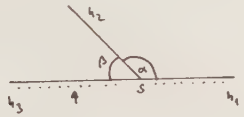


L: Bitte?
S: Hier der Winkel geht ja dann auch ...
L: Ja, dann ... laßt den mal jetzt weg hier! (Unverständlich)
L: Gib mir mal einen Namen für dieses - für dieses Gebilde, das hier die Schnittmenge von α und β ist! Einen Namen, den kennt Ihr alle schon. (56)
S: Ich hab das nicht verstanden, die Frage.
L: Martina, was hab ich denn gesagt? Ich wiederhole noch einmal, zum letzten Mal jetzt. Wir haben hier unseren orangefarbenen Winkel α und unseren grünen Winkel β. Hier ist ein Gebilde, das sowohl orange als auch grün schraffiert ist, also die Schnittmenge von α und β ,
α geschnitten β. (57)
Jetzt gib mal - sucht mal einen Namen für dieses Gebilde, was entstanden ist, wie wir die Schnittmenge gebildet haben. Das ist die Schnittmenge, die kann man doch benennen. Schaut Euch mal die Form an!
S: (Unverständlich)
L: Ich mal's mal dick.
L zeichnet.
S: Winkel
L: Es ist kein Winkel mehr.
S: Ein Dreieck.
L: Laut!
S: Ein Dreieck!
L: Also ein Dreieck ist praktisch die Schnittmenge von 2 Winkeln.
S: Von 3 Winkeln!
L: 2 hier nur. Einen dritten könnten wir auch noch nehmen. Es würde auch bleiben. Richtig.
Du hast Dich bestimmt versprochen. Wolltest Du nicht Schnittmenge sagen? (58)

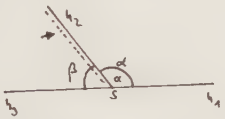
S: Ja.
L: Nämlich Teilmenge stimmt nicht, ne.
S: Ja, ich habe Schnittmenge - das habe ich verwechselt.
L: Ja.
Pause.
L: Ich mach jetzt hier ne saubere Zeichnung wieder mal. Oh je!
SS reden.
L: Gib mir die Bezeichnungen an, die ich hier eintragen muß! Ich zeige also hier drauf!
SS gleichzeitig: S - h_1 - h_2 - h_3 - - - (59)



L: Gut. Existiert eigentlich noch ein 3. Winkel hier?
SS melden sich laut: Ja, ja, Herr B!
L: Ja? - Daß Ihr immer so jammern müßt!
SS reden durcheinander.
S zeigt am Tafelbild.

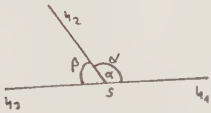


L: Das ist ja eine Gerade, die Du jetzt zeigst.
SS melden sich laut. (60)
L: Ja? Pia!
S zeigt an der Tafel.



SS melden sich laut: Herr B! Herr B!
Anderer S zeigt an der Tafel.

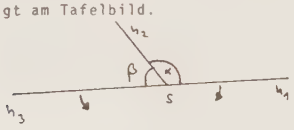
L: Jawohl! Richtig. Das wäre der Winkel γ. Gut! Hier das ist die -
L zeichnet und schreibt an die Tafel.



$h_3 \cup h_1 = g$

L: Bitte?
S: Das ist aber keine Gerade mehr, wenn man ... (unverständlich) (61)
L: Was ist keine Gerade mehr, was?
S: Ein ausgebreiteter Winkel ist das.
L: Ja. Diesen Begriff wollen wir aber weglassen. Ruhe! Bitte?

S: (unverständlich)
L: Ich versteh Dich immer noch nicht.
S: Die Halbgeraden, die kann man doch verstellen.
L: Was hat man dann?
S: h_1 oder h_3 kann man runter stellen, dann ... (unverständlich) (62)
L: Ja, richtig. Du meinst, wenn wir das hier ein bißchen drehen würden, würden wir besser erkennen, daß das hier ein Winkel ist.
L zeigt am Tafelbild.



S: Ja.
L: Richtig - wenn man grad dabei ist - einen solchen Winkel, der hier entstanden ist, nennt man einen gestreckten Winkel.
S: Herr B, dann wär aber h_1 vereinigt mit h_3 vereinigt mit h_1 wär aber dann keine Gerade mehr. (63)
L: Stimmt. Er hat nur gemeint zur Veranschaulichung - um zu verstehen, daß das ein Winkel ist.
SS reden durcheinander.
L: Schluß jetzt!
L schreibt an die Tafel.

β heißt Nebenwinkel (von α)

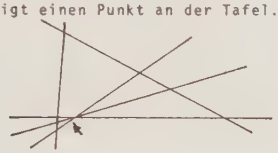
L: Ergänze hier diesen kurzen Satz!
SS reden durcheinander: α - α
L: Nicht Nebenwinkel α .
S: von α !
L: von α . (64)
Jetzt wollen wir einen 2. Satz formulieren.
SS gleichzeitig (unverständlich)
L: Pscht! - Jawohl.
S: Das ist dasselbe.
L: Ja, es ist nur umgekehrt ausgedrückt.

β heißt Nebenwinkel von α
α heißt Nebenwinkel von β

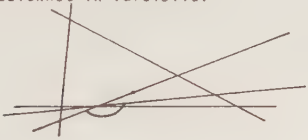
L: Hört auf mit den närrischen Privatgesprächen!
SS reden durcheinander.
L zeichnet an der Tafel. (65)

L: Komm vor! Zeig mir hier wieder Nebenwinkel!
SS melden sich laut.
L: Markus Kan. Komm an die Tafel! - Er kann nix.
SS lachen.
L: Komm schon!
S steht an der Tafel. (66)
L: Wer kann - wer kann ihm erklären, was er tun soll?
SS melden sich laut.
L: Pia!

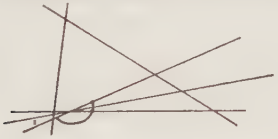
S: Er soll Winkel ...
Anderer S: Winkel nicht.
S: Nebenwinkel.
L: Also, such mal Nebenwinkel hier!
SS schwätzen.
L: Hört auf zu murmeln! Bitte?
S zeigt einen Punkt an der Tafel.



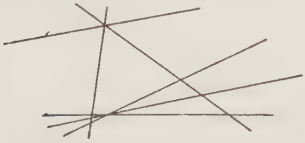
L: Setz Dich mal hin! Schlaf weiter! Bring Dein Bett mit das nächste Mal!
SS lachen. (67)
SS melden sich laut: Herr B! Herr B!
L: Iris! Mal's orange.
S zeichnet in Tafelbild.



L: Ha!
Anderer S: Das da gefällt mir aber nicht.
SS reden durcheinander.
L: Ich hab absichtlich so etwas für Euch gezeichnet. Ja Stefan? Mach's richtig!
S: Dann müssen wir wieder diesen mitholen.
S zeichnet in Tafelbild. (68)

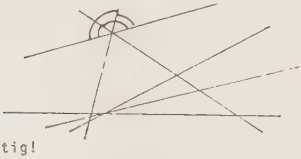


L: Jawohl! Oder?
Mach mal die Halbgeraden - diese die gemeinten, die beiden Halbgeraden, die eine Gerade bilden, mach die auch mal orange, damit es klarer wird! Die Stühlchen, wo sie drauf sitzen. Die andere auch! -
S zeichnet weiter am Tafelbild.
L: Jawohl, ist gut so. Ist jetzt klar? - Daß das hier draufgehen muß, andernfalls ist ja hier eine Spitze wieder entstanden. - Vorsicht also! (69)
Ich mach mal hier wieder eine - pscht!
L erweitert Tafelbild.

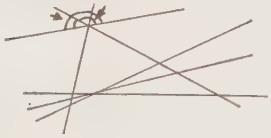


L: Zeige hier mal Nebenwinkel - hier oben an dieser besonderen Stelle!
SS reden durcheinander.
L: Man muß sich dann ... - Petra! Man muß sich dann die Geraden, die man nicht braucht, wegdenken - einfach! Nur auf die konzentrieren, die man meint. Sich nicht irritieren lassen.
SS melden sich laut. (70)

L: Miriam!
S zeichnet in das Tafelbild.



S: Richtig! (71)
L: Nehmen wir heute mal grüne Farbe jetzt für die anderen! Ist das klar? Die müssen auf einer Geraden draufliegen zusammen, ne? Den und den. Das ist nicht dasselbe, wie er's gezeigt hat.
S: (unverständlich)
L: Ah so! Ah! Richtig!
S: Was hat sie gesagt?
L: Zeig's mal noch mal deutlicher!
SS reden gleichzeitig.
L: Man meint ja, sie hätte zweimal denselben Winkel gemeint. Sie sagt aber "nein" und da hat sie auch recht. (72)
S: Also - hier also der orangene geht von hier aus und der grüne von hier.
S zeigt an der Tafel.



L: Ja, ich mal's mal groß raus!
L zeichnet an der Tafel.

L: So, das eine Pärchen - schaut mal her! hat sie gezeichnet von hier, und der Ergänzungswinkel hier ... oder man kann's so auffassen; den und den! - So hat sie's gemeint! (73)
L zeigt am Tafelbild.

SS gleichzeitig: Ach so.
SS reden gleichzeitig laut. (Unverständlich)
L: Jawohl!
SS reden gleichzeitig.
L: Sind verschiedene - sind verschiedene Winkel, aber sehen gleich aus.
S: Und verschiedene Größen!
SS reden laut gleichzeitig.
L: Privatgespräche einstellen! Merkheft rausholen und hier abschreiben!
SS reden gleichzeitig laut durcheinander.

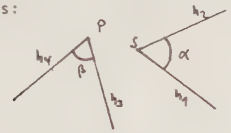
Bis Ende der Stunde: SS schreiben von der Tafel ab; dabei recht laute Unterhaltungen der SS untereinander; teilweise wird der L in die Gespräche einbezogen (74)

L ermahnt öfters zur Ruhe.

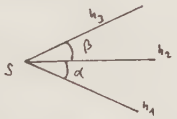
Unterrichtsprotokoll Nr. 6 (Teilprotokoll, vorher Besprechung von Hausaufgaben)

Jg.-Stufe 6 Bg 6/5 Datum: 11. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Nebenwinkel"
Lehrer: B

L: Alle an die Tafel schauen! Macht die Hefte zu! Guckt mal nicht rein! Dominique, soll ich Dir eine Sondereinladung schicken? Fröhlich, Dir auch eine Sondereinladung? (1)
Schriftlich? So!
L zeichnet Tafelbild (2)
L: Auf diese Ebene habe ich ein solches Winkelpaar gezeichnet. Auf diese Ebene da zeichne ich ein solches:



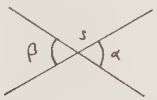
L zeichnet Tafelbild



(3)
L: Ich hab immer zweimal einen Winkel gezeichnet, einmal so, einmal so. Gib den Unterschied an!
S: Die beiden Winkelpaare sind vereinigt.
L: Das ist schief ausgedrückt, bist aber auf der richtigen Spur. (4)
S: Die zwei sind auseinander und die zwei zusammen. h_4 ist zu h_2 gekommen, also zusammen.
L: Richtig. Wie sagen wir denn, wenn dieser eine Schenkel zu beiden gehört?
SS: Vereinigungsmenge. Schnitt-, Gleichung, Teilmenge ...
L: Was ist denn, wenn Du ein Rad hast, was auch Deiner Schwester gehört. Wie sagt man dann?
S: Es ist beiden.
L: Oder Euch beiden ...?
S: Zusammen. (5)
L: Oder gemeinsam!
SS: Aah, gemeinsame Halbgerade!
L schreibt an.

gemeinsamer Schenkel

L: Wenn das der einzige Unterschied wäre, könnte ich auch so zeichnen.

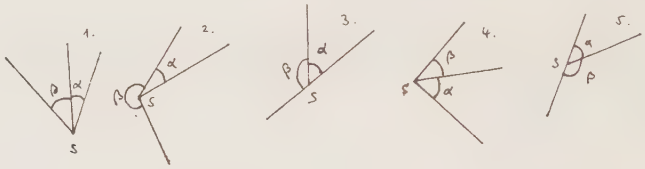


L: Die beiden haben noch einen Unterschied, der hier bei dieser Zeichnung nicht mehr da ist. (6)
S: Da sind noch Linien.
L: Sind hier gezeichnet, lassen wir mal weg.
S: ... (unverständlich)

L: Drück das mal richtig aus, mit den richtigen Begriffen wie wir das gelernt haben!
S: Alle die Schenkel sind miteinander verbunden.
S: Vereinigt!
L: Drück doch aus mit einem Begriff, den Ihr kennt!
S: Die hat einen Scheitel und die zwo!
L: Richtig, gemeinsamer Scheitel. (7)
L schreibt an

gemeinsamer Scheitel

L: Wir wollen uns jetzt in dieser Stunde ... Heike hör auf zu schwätzen! - mit Winkeln dieser Art befassen, die also einen gemeinsamen Scheitel haben und einen gemeinsamen Schenkel. (8)
Ich zeichne Euch jetzt eine Auswahl von Winkeln dieser Art an. Ihr sollt dann zwei Gruppen bilden. So jetzt bekommt jeder Winkel eine Nummer. 1.... (9)
L zeichnet.



(10)

Tafelbild

(11)

L: Wiederhole noch einmal die Aufgabe, die an diese Zeichnung geknüpft ist! Ja Petra, wiederhole nochmal die Aufgabe, die an diese Zeichnung geknüpft ist! (12)
S: Herr B!
(Unruhe)
L: Das kommt vom Malen, nicht vom Aufpassen! Stefensky!
S: Mache aus diesen fünf Gruppen zwei!
L: Fünf Winkel sollen wir in zwei Gruppen unterteilen. Könnt Ihr die Nummern angeben? Die schreib ich dann hier in diese Kästchen. (13)
SS: Herr B! Die zwei und die drei gehören zusammen und die vier und die fünf.
(Widerspruch aus Klasse)
L: So meinst Du?
L zeigt an die Tafel und schreibt.
L: Dirk!
S: Also die Zeichnung 3 zusammen und die Zeichnung 5 zusammen, und die 1, 2 und 4 zusammen.
L: Jetzt den Grund, warum Du derart aufgeteilt hast!
(Gemurmel)
S: Das sind Zweier-Geraden und das andere Dreier-Geraden.
S: Bei dem einen ist Beta größer als bei dem andern. (14)
L: Bei dem hier ist ja auch Beta viel größer als bei dem andern, trotzdem ist die zwei nicht in diese Gruppe hineingenommen worden.
S: Aus 2 Halbgeraden werden jetzt eine.
L: Laut!
S: Aus 2 Halbgeraden werden jetzt eine Gerade.
L: Zeig mal an der Tafel! (15)

S zeigt an der Tafel auf Winkelbild 3 und Winkelbild 5 die eine Halbgerade, die beiden Winkeln gemeinsam ist.

S: (Unverständlich)

L: Ich versteh leider nichts, da die andern nicht ruhig genug sind! (16)

(17)

L: Wollt Ihr zu dieser Gruppe 1, die interessiert uns jetzt, wollen wir einen Text formulieren, in dem all das Charakteristische, was wir erkannt haben, zusammenkommt. Fassen wir nochmal zusammen, welche Eigenheiten auf diese Winkel zutreffen! Denk daran auch an das, was wir im ersten Teil der Stunde erarbeitet haben! (18)

S: Winkel, die ... eine Gerade ...

L: Ihr seht jetzt nur die Eigenschaften, aber eine Eigenschaft, die alle diese Winkel haben noch zu Anfang, im Gegensatz zu diesem Winkel, den ich vorhin gezeichnet habe. (19)

SS: (murmeln) ... Die haben keine Vereinigung, die ...

S: Die Winkel haben alle eine Gerade ...

S: Sie haben einen Schenkel. (20)

L: Und was haben sie noch gemeinsam?

L schreibt an die Tafel.

Winkel, die einen Schenkel und den Scheitel gemeinsam haben und (21)

L: So, jetzt eine dritte Eigenschaft, die hier zum Ausdruck gekommen ist in dieser Auswahl, die ist auch noch dazuzuschreiben.

S: Vielleicht, daß da kein Winkel? (22)

L: Also einen gemeinsamen Schenkel, den Scheitel gemeinsam, jetzt diese ... Lutwin, hör auf zu schwätzen, sonst fliegst Du raus! Paß hier auf! Uwe, Du hast es eben doch gesagt so schön, was bei diesen Winkeln der Gruppe 1 besonders auffällt, oder was hier noch fehlt. (23)

S: Eine, zwei Halbgeraden sind eine Gerade.

L: Richtig.

SS murmeln, lachen.

L schreibt an die Tafel.

deren übrige Halbgeraden
eine Gerade bilden
heißen (24)

L: Jetzt einen Namen für diese Winkelart ...

S: Einen Namen?

L: Zum Beispiel, komm, sollen mal zwei Schüler herkommen aufs Pult!

SS: Herr B, Herr B!

L: Ja, da seid Ihr dabei!

SS: Herr B, Herr B!

L räumt Papiere vom Pult weg, um Platz zu schaffen.

L: Dominique, Bertram! (25)

Dominique setzt sich auf's Pult, Bertram neben sie.

SS: Bertram, bißchen dichter! So jetzt erklär ich Euch zu Mann und Frau! Haha!

L: Herschauen!

L hält ein Lineal aufrecht zwischen die sitzenden SS.

L: Wer sieht einen Zusammenhang zu unserem Thema? (26)

S: Das soll wie ein Bindestrich sein!

An der Tafel stehen nur noch die Nebenwinkelbilder.
SS lachen, kichern, rufen dazwischen.

L: Ruhe jetzt! Ich versteh leider kein Wort, wenn alles so gickelt so närrisch! Ursula! - Jetzt seid vernünftig, gell? Sonst können wir so Sachen nicht mehr machen in Zukunft! (27)
Susanne! - Ihr seht jetzt hier ein Minuszeichen, Restmenge?, das soll aber nicht sein, es soll hier zu dem Thema zusammengehören.

S: Das ist ein Winkel, ein Bruchwinkel.

S: Das sind vereinigte Winkel.

L: Dominique ist der Winkel Beta, Bertram ist der Winkel Alpha. Gib an, was diesem Lineal hier entspricht an der Zeichnung! Zeig's mal! Schaut doch mal her!
(Rufe) (28)

S: Alpha und Beta, hier.

L: Jawohl, also das ist der gemeinsame Schenkel zwischen beiden Winkeln, so ... und jetzt wo sie drauf sitzen! Richtig!

SS: (rufen) Pult!

L: Das ist die gemeinsame ... Das sind die restlichen Halbgeraden, die also jetzt eine Gerade bilden. (29)
Wie sagt man denn zu zwei Leuten, die so zusammensitzen auf einer gemeinsamen Bank?

S: Die sitzen auf dem Standesamt.

L: Laß die dummen Bemerkungen! Thomas, hier in der Schule, z.B. Ihr würdet hier nebeneinander auf einer Bank sitzen. (30)
Wer was zu sagen hat ... Etwas ist doch schon angeklungen...

S: Nachbar.

L: Nachbar, oder ... wie sagst Du denn ...

S: Nebenmann, Kumpel ...

L: Stimmt, das sind also Nebenmänner ...
SS lachen. (31)

L: Und jetzt übertragen auf diese beiden Winkel, die auch hier auf einer gemeinsamen Bank sitzen.

S: Alpha ist Nebenmann von Beta.

L: Nicht Nebenmann, sondern ...?

SS: Nebenwinkel!

L: Die Dominique war ja schon ein richtiger Winkel gewesen ...
(Unruhe) (32)

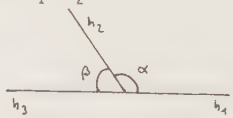
L: Beruhigt Euch jetzt ein bißchen!
L schreibt an die Tafel.

heißen: Nebenwinkel

(33)
(Unruhe)
L schreibt an die Tafel.

L: Gib mir die restlichen Bezeichnungen an ... Jetzt beruhigt Euch, sonst machen wir sowas nicht mehr! Können wir nur noch alles an der Tafel machen. Wenn Euch das besser gefällt ... Michael!

S: Alpha und Beta. h_1, h_2, E fehlt. (34)



S: Herr B, der Michael hat aber eben ganz anders gesagt, der hat Alpha und Beta gesagt, Sie haben ja Beta, Alpha geschrieben!

L: ... Komm mal vor und zeig, wie Du es gemeint hast!
S zeigt.

L: Ach so!

SS: Sie haben doch gestern gesagt, das wäre egal, wie man Alpha und Beta ...

L: Richtig, das ist also völlig gleichgültig, wie man das bezeichnet. Warum? Es wurde vergessen h_3 zu sagen. Wer hat's gesagt? (35)
Begründe, warum ich trotzdem noch h_3 schreiben muß! Ursula und Heike, jetzt paßt auf!
SS lachen, rufen.
S: Weil, weil, weil h_1 und h_3 sich in S treffen. (36)
L: Richtig, prima, zwei Halbgeraden. Einmal wir können schreiben ... Wie nennt man ein solches Gebilde, wenn sich zwei Halbgeraden in der Art vereinigen?
SS: h_1 und h_3 ... (flüstern, murmeln) ... zusammen ...
L: Der Uwe hat's doch schon gesagt. (37)
L schreibt an.

$h_1 \cup h_3 = g$

S: Die werden zu einer Geraden
(Unruhe) (38)
L: Nun beruhigt Euch endlich einmal. Alpha heißt jetzt in Bezug zu Beta, schaut auf den Text hier!
L schreibt an.

α heißt

S: Nebenwinkel.
L: Es reicht nicht ganz aus, das Beta muß auch rein!
S: Herr B, Nebenwinkel von Beta.

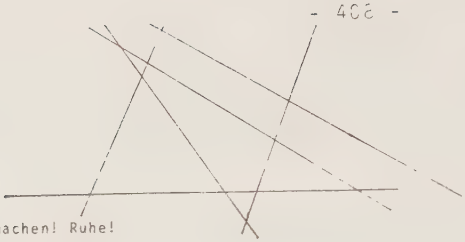
Nebenwinkel von β

L: Diktier' mal den zweiten Satz, ich schreib nur ein Zeichen an den Anfang!
S: Beta heißt Nebenwinkel von Alpha.
L: Richtig.
L schreibt an.

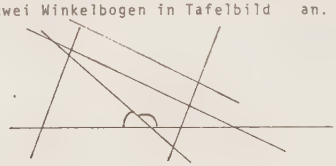
β heißt Nebenwinkel von α

(39)
S: Herr B, warum kann man nicht einfach sagen: Alpha Nebenwinkel von Beta?
L: Könnte man sagen, richtig! Lies diesen Text hier! Stefan!
S: Alpha heißt Nebenw ...
L: Nein, hier links anfangen!
S: Winkel, die einen Schenkel und den Scheitel gemeinsam haben und deren übrige Halbgeraden eine Gerade bilden, heißen Nebenwinkel.
L: Richtig.
S: Kann man da auch kürzen? (40)
SS murmeln (Unruhe)
L: Ich zeichne Euch einmal sehr viele Geraden an, ein Wirrwarr von Geraden. Jetzt sucht Ihr mal raus, wo hier Nebenwinkel auftreten!
SS: ... Nebenwinkel auftreten? ...
L: Ruhe jetzt!
L zeichnet Tafelbild

L: Suche einmal hier in dieser Zeichnung zwei Nebenwinkel!
SS: Herr B! (41)
L: Zeichne den einen gelb, den andern rot am Anfang.
SS: (Gemurmel) Winkel?
L: Nebenwinkel, die also auf einer Bank sitzen.
SS: Oh wie leicht.
L: Knall nicht, keine Show machen, wenn Du an der Tafel bist, weißt Du garnichts, nur um mal dranzukommen. Fang doch an!
S steht suchend vor Tafelbild

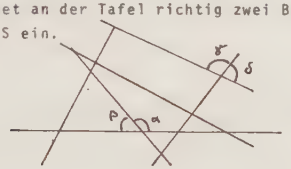


L: Laß die machen! Ruhe!
SS: (rufen, Fingerschnipsen) Herr B! (42)
L: Laß sie in Ruhe!
S markiert ein Dreieck.
L: Das ist ein Dreieck.
SS: (rufen) Herr B!
L: Setz Dich mal hin!
SS murmeln, schnipsen, rufen.
L wischt Fehlleistung wieder aus.
L: Steffi!
S zieht die waagerechte Gerade mit farbiger Kreide nach.
L: Was ist denn das? Das ist doch eine Gerade, was Du machst! (43)
S zeichnet zwei Winkelbogen in Tafelbild an.



L: Einverstanden damit? Der und der? (44)
Zeig mal bis wohin dieser Winkel geht!
(Zwischenrufe)
L: Winkel Alpha zeigen, Winkel Beta zeigen! Soweit, wie er hier gezeichnet ist auf der Tafel.
L trägt an die Bogen die Bezeichnung Alpha und Beta ein.
S: (unverständlich)
L: Das hier soll der Bogen sein. Die Fläche des Winkels zeigen ...
SS: Herr B! (murmeln, rufen) (45)
S: Hier und hier.
S zeigt Linienstücke.
L: Du hast ja gar keinen Winkel gezeigt, sondern Strecken! Heike! Setz Dich hin, Thomas! (46)
S kommt und zeigt mit der Handfläche den Winkelraum Alpha und Beta.
L: Zeig mal die ganze Fläche, die Beta einnimmt!
S zeigt ein kleines Dreieck.
L: Seid Ihr alle damit einverstanden?
SS: (rufen) Nein ...
S: Da ist Alpha, da ist Beta, da ist wieder Alpha.
S deutet auf Tafelbild.
L: Du solltest bloß diese beiden Winkel hier betrachten. Ich wiederhol's noch einmal, damit es alle mitkriegen. Auch die Dominique, die jetzt ins Gespräch vertieft ist.
S zeigt nochmal, diesmal richtig die Flächen von Alpha und Beta. (47)
L: Dominique, komm mal an die Tafel. Zeige mir die gesamte Fläche des Winkels Beta, der hier an der Tafel zu sehen ist!
S zeigt Linien statt Flächen.
L: (ironisch) Prima! Wunderbar!
Vera! (48)
S zeigt richtig die Flächen.
L: Richtig. Warum hört denn Beta nicht hier schon auf?
L deutet auf eine Dreiecksseite.

S: (unverständliche Antwort)
L: Der Winkel geht hier noch weiter. Diese Geraden stören uns garnicht, sie haben nichts mit diesem Winkel zu tun. Sie sind zwar da, aber wir betrachten sie nicht.
S: (unverständlich) (49)
L: Weitere Nebenwinkel, die hier auftauchen ...
SS: Oh Herr B, B.
L: Hol mal ein Stück Kreide, schreib aber nicht mehr Alpha und Beta rein, sondern z.B. Gamma oder Delta.
SS: Tau, tau (50)
S zeichnet an der Tafel richtig zwei Bogen ein für Nebenwinkel Delta, Gamma zeichnet ein anderer S ein.



(51)

L: Komm vor, zeige die Fläche des Winkels Delta! Laura!
S kommt und zeigt nicht genau.
L: Du zeigst das falsch.
L zeigt selbst Fläche des Winkels Delta und Gamma.
SS: (rufen) ... noch einen zeigen ... (52)
L: Reiner!
S zeichnet Bogen ein, wie folgt.

L: Das gefällt mir aber nicht!
L wischt wieder aus.
SS: Herr B! (53)
L: Sucht zuerst mal einen Scheitel!
S geht zur Tafel, will an einer anderen Stelle des Tafelbilds die Nebenwinkel einzeichnen.
L: Bleib mal an dieser Stelle! - Der andere Nebenwinkel. (54)
S zeichnet Scheitelwinkel gegenüberliegend.
L wischt Bogen wieder aus, die falsch sind.
L: Das ist nicht so einfach! Dominique! (55)
S zeichnet richtig ein, will noch zwei andere Bogen einzeichnen.
L: Nein, nein nur zwei immer, nur zwei immer! Einverstanden damit?
SS: (murmeln) Ja, ja.
L: Hier ist der Scheitel.
L deutet darauf.
L: Hier ist die gemeinsame Gerade
L deutet darauf.
L: Hier sind die beiden Winkel.
L deutet drauf..
L: Oder hier und hier.
L zeigt andere Nebenwinkel.
(Zwischenrufe, Wortmeldungen)
L: Nein, wir müssen jetzt aufhören, Ihr müßt ja abschreiben! (56)
SS laufen zur Tafel, zeigen Nebenwinkel richtig.
L geht nicht drauf ein, wischt Tafel aus.
SS packen Hefte aus (Unruhe)
L: Mein Lieber, jetzt bist Du reif! Das war also der Harald Martin, der andere? (57)

(Geschrei, Unruhe)

L: Wird's jetzt bald! Ich kann Dir das Merkheft aufgeben vom ganzen Jahr. Fröhlich und Martin, Ihr liefert mir die ganze Seite 34 für Montag gerechnet ab! (58)
Auf ein Blatt, ne!

S: (verwundert) Vierunddreißig ganz?

L: Ja.

S: Da schreib ich lieber einmal 20 ab.

L: Nein, Du schreibst Seite 34 ganz!
(Gemurmel)

S: Herr B, gehen Sie mal rüber?
L reagiert auf unverständliche Zwischenfrage mit dem Wort "gemeinsam". (59)

S: Herr B, gehn Sie jetzt rüber?

L: Nein!

S: Schade!

SS: (murmeln) Herr B!

L: Diskussion um Strafarbeit. Beim 3. Mal kommst Du ins Klassenbuch. (60)

S: Herr B, Sie haben doch gesagt, wir sollen erst ins Obungsheft schreiben und dann ins Hausheft.

L: Ihr habt ja Zeit genug, ich glaub das reicht.
SS schreiben Tafeltext ab und ein Nebenwinkelbild.
L kontrolliert flüchtig, mahnt zur Ruhe.
L unterhält sich mit einzelnen SS. (61)

(Gong)

Ende.

Unterrichtsprotokoll Nr. 7 (Teilprotokoll:

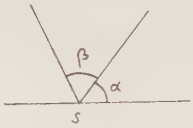
Jg.-Stufe 6 Bg 6/8 Datum: 10. 5. 1974
Fach: Mathematik (Geometrie)
Thema: Einführung des Begriffs "Nebenwinkel"
Lehrer: C

L: So bitte, wir sind aber hier in der Mathematik. So, ich habe hier eine Gerade gezeichnet und trage hier diese Halbgerade ab. Ich habe h_1, h_2 und h_3 (1)
So, wieviele Winkel habe ich hier in der Ebene?
S: Drei
L: Ja?
SS: 2, 4, 5, 3
L: Wieviel Winkel hab ich? Hans Jürgen hat recht. Drei!
SS: Drei? - Ja.
L: Kannst Du mir die drei zeigen? Zeig se mal!
S: Da, da und da.
L: Ja, gut, haben's die andern gesehen? Ich geh se nochmal durch. (2)
Diesen Winkel nennen wir Alpha, diesen Beta und diesen Winkel Gamma. Da ist noch ein Winkel, ist Gamma. Nun der Winkel Alpha, den kennen wir. Der Winkel Beta der liegt so dicht neben dem Winkel Alpha. Wie könnten wir den nennen? .. Da er ganz dicht neben dem ... (3)
SS: Alpha vereinigt ...
L: Wie könnten wir diesen Winkel, der neben dem Winkel Alpha liegt, und der mit Alpha zusammen diese Halbebene ergibt.
SS: Alpha, Beta.
L: Nein, einen Namen hat der ja schon: Alpha und Beta. Einen Winkel, der neben einem andern Winkel liegt und zusammen mit ihm eine Halbebene bildet. (4)
S: Nebenwinkel?
L: Nebenwinkel, genau! Man nennt diesen Winkel Beta, Nebenwinkel des Winkels Alpha, Nebenwinkel von Alpha.
L schreibt an (5)
Wenn wir einmal das das weiße, Nebenwinkel von Alpha, nein das gelbe ... unterhalb durchlesen
SS lesen auf Blatt. (6)
S: Was bedeutet das hier das ...
L: Dieses Blatt hier
Pause
Miriam das andere, das andere. (7)
Nein bei mir sind beide Blätter weiß. Also dieses gelbliche Blatt. Lies mal bitte den unteren Abschnitt vor!
S: Winkel, äh, Alpha heißt Nebenwinkel von Beta und Beta heißt Nebenwinkel von Alpha. Die Vereinigung zweier Nebenwinkel ... (8)
L: Ein bißchen obendrüber.
S: Ach so. Winkel, die den Scheitel und einen Schenkel gemeinsam haben, heißen Nebenwinkel, wenn die Vereinigung ihrer beiden anderen Schenkel eine Gerade ist. Alpha heißt Nebenwinkel von Beta und Beta heißt Nebenwinkel von Alpha. Die Vereinigung zweier Nebenwinkel heißt gestreckter Winkel. Ein gestreckter Winkel ist eine Halbgerade, äh, Halbebene. (9)
L: Halbebene jawoll. Und das ist also dieser Winkel hier
L zeigt.
Das ist ein gestreckter Winkel. Einen solchen gestreckten Winkel gibt es auch auf dieser Seite.
L zeigt.
Ja. Vorhin haben ja einige gesagt und die Waltraut hat's gezeigt: Wir haben einen Winkel Alpha und einen Winkel Beta und hier noch einen ganz großen. Und dieser Winkel ist genauso groß, wie dieser hier, das nennt man auch einen gestreckten Winkel.

L zeigt an Tafel. L zeichnet an.

L: Quizfrage: Ist dieser Winkel Beta Nebenwinkel zu Winkel Alpha? (10)

SS: (zögernd) Ja.



L: Ist das ein Nebenwinkel zu Alpha?

L zeigt.

L: Heike!

S: Nein?

S: Ja.

L: Wer ist dafür? Wer ist dagegen? Ja, Dorina, Du hast recht. Es ist kein Nebenwinkel. (11)
Was steht denn genau über den Nebenwinkel da drin? Lies doch einmal durch! Was da auf dem Blatt draufsteht!

SS lesen murmelnd.

L: Noch einmal die Frage: Ist der Winkel Beta ein Nebenwinkel des Winkels Alpha? Georg!

S: Nein!

L: Warum nicht?

S: Weil, äh, weil die müssen Scheitel und Schenkel gemeinsam haben. (12)

L: Haben die Scheitel und Schenkel gemeinsam?

SS: Ja haben sie doch.

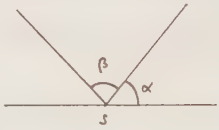
L: Ja? Den Scheitel haben sie gemeinsam und den Schenkel haben sie gemeinsam.

L zeigt.

S: Die Vereinigung ... (unverständlich)

L: Aha, das fehlt aber: Die Vereinigung der beiden andern Schenkel, ist das eine Gerade? Schaut mal hin?

SS: Nein. (13)



L: Nein, ist keine Gerade.

L zeichnet ein neues Beispiel an.

L: Frage: Ist dieser Winkel Beta ein Nebenwinkel?

SS: Nein.

L: Warum nicht?

S: Weil keine Gerade ist ...

L: Genau, genauer. Was ist die erste Bedingung, die erfüllt werden muß? (14)
Eva!

S: Sie müssen den Scheitel und den Schenkel gemeinsam haben.

L: So, ah. Karsten,prüf das einmal bitte nach!

S: Sie müssen den Scheitel und den Schenkel gemeinsam haben.

L: Ich hab nicht gesagt nachsprechen, ich hab gesagt nachprüfen.

S: Äh.

L: Ja dann komm mal her!

S: Den Scheitel haben sie gemeinsam ...

L: Oh, so sieht die Jutta unheimlich viel, komm zur Seite!

SS lachen.

S: Den Scheitel haben sie gemeinsam aber den Schenkel nicht, sie haben keine Gerade. (15)

L: Moment, wo ist der Scheitel? Scheitelpunkt? Das hast Du falsch gezeigt. Wo ist der Scheitelpunkt?

S: Da!

S zeigt.

L: Hop, hop, wo ist der Scheitelpunkt?

S: Hier.

L: Punkt! Scheitelpunkt!

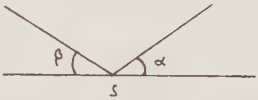
S zeigt.

L: Aha, endlich hat er's gefunden. Komm zeig's, zur Seite, das hier ist der Scheitelpunkt. Der soll gemeinsam sein. Ist der gemeinsam?

S: Ja

L: Jawoll. So was ist noch, was soll noch gemeinsam sein? Jürgen! (16)

S: Der Schenkel.
L: Zeig mal einen Schenkel, den beide gemeinsam haben!
S zeigt.
L: Ja, das ist richtig. Den Schenkel haben beide gemeinsam. So und was ist die dritte Bedingung für die Nebenwinkel? (17)
S: Daß die beiden andern Halbgeraden eine Gerade ...
L: ... Gerade bilden. Zeig einmal die beiden andern Halbgeraden!
S zeigt.
S: Da und da.
L: Ja. So. Bilden die zusammen eine Gerade?
S: Nein.
L: Gut, ab, ist also Beta ein Nebenwinkel von Alpha?
S: Nein.
L: Nein. (18)
L: Noch ein Beispiel.
L zeichnet an die Tafel



L: Mein Winkel Alpha, mein Winkel Beta. Frage: Ist Beta Nebenwinkel von Alpha? Bernd!
S: Nein.
L: Warum?
S: Weil, äh, er liegt nicht direkt neben Winkel Alpha. (19)
L: Wir gehen die einzelnen Punkte durch. Der erste Fall, den wir zu untersuchen haben? Marion!
S: Sie haben nicht den gleichen Schenkel?
L: Ja, der Schenkel hier ist ... haben keinen gleichen Schenkel, gut! Wie sieht's mit dem Scheitel aus? Wie sieht's hier mit dem Scheitelpunkt aus? Haben sie den gemeinsam?
S: Ja, den haben sie gemeinsam. (20)
L: So die dritte Bedingung, die zu erfüllen ist? Miriam!
S: Es muß eine Gerade gebildet werden mit den Schenkeln.
L: Ja, genauer, genauer, wer kann's genauer ausdrücken?
S: Die ersten Schenkel müssen eine Gerade bilden.
L: Müssen eine Gerade bilden.
S: Die Vereinigung ... bilden eine Gerade.
L: Ja, die Vereinigungsmenge der beiden restlichen Schenkel muß eine Gerade sein. Ist das der Fall? Ist das der Fall? (21)
L: Nein.
L zeigt die beiden restlichen Halbgeraden.
L: Es sind also keine Nebenwinkel. (22)

Ende

ANHANG

9.7 Beispiel eines "Standard-Unterrichtsprotokolls"
(verkürzte Version; hier aus UP 7)

```
*
                ((2)W( 7, 8),2 WINKEL)= B10
*
                (MERKMAL NEBENWINKELP,( X)! GEMEINS, SCHENKEL( X))= M02
*  FRAGE!       (MERKMAL NEBENWINKELP,( 7)! GEMEINS, SCHENKEL( 8))= M02
*
                (MERKMAL NEBENWINKELP,( 7)! GEMEINS, SCHENKEL( 8))= M02
*
                (MERKMAL NEBENWINKELP,( 7)! GEMEINS, SCHENKEL( 8))= M02
*
                (MERKMAL NEBENWINKELP,( X)! *G20( X, X, ))= M03
*****************************************************************************
LAUF, NUMMER ZEITEINHEIT(HALBMIN,)=17+++++
*
                ((2)W( 7, 8),2 WINKEL)= B10
*
                (MERKMAL NEBENWINKELP,( X)! *G20( X, X, ))= M03
*
  FRAGE!        ((2)W( 7, 9), 2 HALBGERADEN)= B13
*
                ((2)W( 7, 9), 2 HALBGERADEN)= B13
*
                ((2)W( 7, 9), 2 HALBGERADEN)= B13
*
  FRAGE!        (ERZEUGEN, *S15( 7, 9), GERADE( F))= G20
*
  NICHT!        (ERZEUGEN, *S15( 7, 9), GERADE( O))= G20
*
                (IE,SCHEITEL( 7)DES WINKELS( 8),PUNKT( F))= C10
*
  NICHT!        (IE,SCHEITEL( 7)DES WINKELS( 8),PUNKT( O))= C10
*
  NICHT!        (IE,SCHEITEL( 7)DES WINKELS( 8),PUNKT( O))= C10
*****************************************************************************
LAUF, NUMMER ZEITEINHEIT(HALBMIN,)=19+++++
*
                ((2)W( 9,10),2 WINKEL)= B10
*
                (W( 9),WINKEL)= B09
*
                (W(10),WINKEL)= B09
*
                (IE,SCHEITEL( 9)DES WINKELS(10),PUNKT( F))= C10
*
  NICHT!        (IE,SCHEITEL( 9)DES WINKELS(10),PUNKT( O))= C10
*
  NICHT!        (IE,SCHEITEL( 9)DES WINKELS(10),PUNKT( O))= C10
*
                (BEGRUENDUNG: NICHT*G08( 9,10), NICHT*G07( 9,10))= L06
*****************************************************************************
LAUF, NUMMER ZEITEINHEIT(HALBMIN,)=19+++++
*
                ((2)W( 9,10),2 WINKEL)= B10
*
                (MERKMAL NEBENWI.-PAAR( X)! GEMEINS, SCHEITELP,( X))= M01
*
  NICHT!        (MERKMAL NEBENWINKELP,( 9)! GEMEINS, SCHENKEL(10))= M02
*
  NICHT!        (MERKMAL NEBENWINKELP,( 9)! GEMEINS, SCHENKEL(10))= M02
*
                (MERKMAL NEBENWI.-PAAR( 9)! GEMEINS, SCHEITELP,(10))= M01
*
                (MERKMAL NEBENWI.-PAAR( 9)! GEMEINS, SCHEITELP,(10))= M01
*****************************************************************************
LAUF, NUMMER ZEITEINHEIT(HALBMIN,)=23+++++
```

Lebenslauf

von Helmut Manfred Niegemann

14.5.1947	Geboren in Völklingen/Saar als Sohn des Gewerbestudienrats Ernstkarl Niegemann und dessen Ehefrau Ruth, geb. Tietz
1953 - 1957	Besuch der kath. Volksschule in Völklingen
1957 - 1966	Besuch des staatl. Realgymnasiums für Jungen in Völklingen
18.10.1966	Abitur (Mathem.-naturwissenschaftl. Zweig)
1966 - 1967	Wehrdienst
ab WS 1967	Studium der Soziologie, Erziehungswissenschaft und Rechtswissenschaft an der Universität des Saarlandes
22.10.1971	Akademische Abschlußprüfung (Magister Artium) in den Fächern Soziologie, Erziehungswissenschaft und Kriminologie an der Philosophischen Fakultät der Universität des Saarlandes
1971 - 1977	Studium der Erziehungswissenschaft und Psychologie an der Universität des Saarlandes
1972 - 1974	Fachlehrer für Pädagogik und Psychologie an der Fachoberschule Neunkirchen (Fachbereich Sozialwesen)
seit 1.9.1973	Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachrichtung 6.1: Erziehungswissenschaft der Universität des Saarlandes (Prof. Dr. L. Kötter)
seit 28.9.1973	verheiratet mit Elisabeth Niegemann, M. A., geb. Zimmermann